(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 516338 A2 2016-04-15**

(12) Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 9397/2013
(86) PCT-Anmeldenummer: PCT/US13058775
(22) Anmeldetag: 09.09.2013
(43) Veröffentlicht am: 15.04.2016

(51) Int. Cl.: ***B08B 3/04*** (2006.01)

(30) Priorität:
01.11.2012 US 61,721,296 beansprucht.

(71) Patentanmelder:
SPECTRA SYSTEMS CORPORATION
02903 Providence (US)

(74) Vertreter:
BARGER W. DIPL.ING., PISO E. DR.,
ISRAILOFF P. DIPL.ING. DR.TECHN.
WIEN (AT)

AT 516338 A2 2016-04-15

(54) Reinigung mit superkritischem Fluid von Banknoten und sicheren Dokumenten

(57) Ein Verfahren und System zum Reinigen eines sicheren Instruments, wie einer Banknote, das eine Trägerschicht, sichtbare Daten und ein Sicherheitsmerkmal enthält, enthaltend ein Einwirken eines superkritisches Fluids auf das sichere Instrument bei einer Temperatur und einem Druck und über einen Zeitraum, die ausreichend sind, die Trägerschicht zu reinigen und das Sicherheitsmerkmal und die sichtbaren Daten nicht zu beeinträchtigen, wobei das Reinigen der Trägerschicht das Entfernen einer oder mehrerer Substanz(en) von der Trägerschicht in das superkritische Fluid enthält. Die Substanzen, die von der Trägerschicht entfernt werden, können Kontaminanten, Schmutz, Hauttalg und Pathogene enthalten.

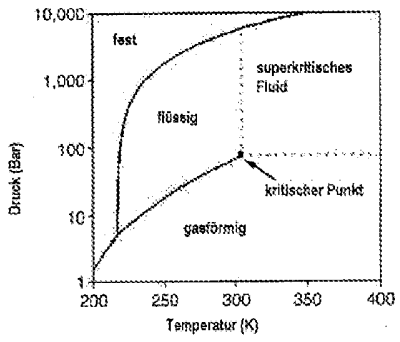


FIG. 1

WO 2014/070307 A1

ZUSAMMENFASSUNG

Ein Verfahren und System zum Reinigen eines sicheren Instruments, wie einer Banknote, das eine Trägerschicht, sichtbare Daten und ein Sicherheitsmerkmal enthält, enthaltend ein Einwirken eines superkritisches Fluids auf das sichere Instrument bei einer Temperatur und einem Druck und über einen Zeitraum, die ausreichend sind, die Trägerschicht zu reinigen und das Sicherheitsmerkmal und die sichtbaren Daten nicht zu beeinträchtigen, wobei das Reinigen der Trägerschicht das Entfernen einer oder mehrerer Substanz(en) von der Trägerschicht in das superkritische Fluid enthält. Die Substanzen, die von der Trägerschicht entfernt werden, können Kontaminanten, Schmutz, Hauttalg und Pathogene enthalten.

REINIGUNG MIT SUPERKRITISCHEM FLUID VON BANKNOTEN UND SICHEREN DOKUMENTEN

[01] QUERVERWEIS AUF VERWANDTE ANMELDUNGEN

[02] Diese Anmeldung beansprucht Priorität aus der vorläufigen US Anmeldung, Seriennr. 61/721,296, eingereicht am 1. November 2012.

[03] TECHNISCHES GEBIET

[04] Die vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen das Reinigen sicherer Dokumente wie Banknoten, ohne diese zu beschädigen. Im Speziellen betrifft die vorliegende Erfindung die Verwendung superkritischer Fluida zum Reinigen sicherer Dokumente oder Banknoten, ohne ihre sichtbaren Daten, Druckfarben, Trägerschichten oder Sicherheitsmerkmale zu beschädigen. Der Prozess ist auch zum Desinfizieren der sicheren Dokumente oder Banknoten wirksam.

[05] HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[06] Hochsicherheitsdokumente wie Banknoten haben Trägerschichten, die aus verschiedenen Materialien gebildet sind. In den Vereinigten Staaten besteht Papiergeld aus einer Vlieskombination aus 75% Baumwoll- und 25% Leinenfasern. In den meisten anderen Ländern werden Trägerschichten auf Papierbreibasis verwendet. Einige Länder wie Kanada haben Banknoten aus einem Baumwolle- und Papiergemisch verwendet. Überdies haben Länder wie Australien, Neuseeland und Kanada Banknoten mit Polymerträgerschichten, z.B. Trägerschichten, ausgegeben, die biaxial ausgerichtetes Polypropylen enthalten. Die Trägerschicht, die eine oder mehrere Lage(n) des Trägerschichtmaterials enthalten kann, kann Sicherheitsmerkmale wie laminierte Polymer- oder

Papiersicherheitsfäden, Planchetten und Wasserzeichen enthalten, die direkt in der Trägerschicht gebildet sind. Zum Beispiel enthält das US Papiergeld kleine Segmente aus eingestreuten roten und blauen Fasern zur visuellen Identifizierung.

[07] Banknoten enthalten auch visuelle Daten, die auf die Trägerschichten gedruckt sind. Die visuellen Daten können Bilder wie Portraits, Authentifizierungsinformationen wie Seriennummern oder beides enthalten. Die Druckfarben, die zum Drucken auf der Trägerschichten verwendet werden, können spezielle trockene Farbpigmente enthalten, die mit Ölen und Streckmitteln gemischt sind, und Phosphorschnitzel, die geschichtete Mikro-Interferenzschichten enthalten. Solche Druckfarben enthalten Flexo-Druckfarben, Tiefdruckfarben, und dickere Stichtiefdruckfarben.

[08] Hochsicherheitsdokumente wie Banknoten werden im Allgemeinen auf Trägerschichtmaterialien gebildet, die häufig mit Sicherheitselementen versehen sind, die schwierig nachzumachen sind und die selbst einem Laien ermöglichen, die Authentizität der gedruckten Informationen oder des Dokuments zu prüfen. Sicherheitselemente können beispielsweise Sicherheitsfäden in einem Fenster sein, die in gewissen Bereichen auf der Oberfläche der Banknote sichtbar sind, aufgetragene Folien, die ein transparentes oder metallisiertes geprägtes Hologramm haben, Blindprägungen, so genannte "latente Bilder", die durch eine Drucktechnologie oder durch eine Druck- und Prägetechnologie hergestellt werden, die unterschiedliche Informationen aus unterschiedlichen Winkeln wiedergeben, Drucke, die optisch variable Pigmente enthalten und abhängig vom Betrachtungswinkel unterschiedliche Farbeffekte erzeugen, und Drucke, die metallische Effektdruckfarbe umfassen, die einen

metallischen Glanz, beispielsweise, in einem Gold-, Silber- oder Bronzeton, haben. Zusätzlich zu diesen eigenständigen Merkmalen, gibt es quasi öffentliche Sicherheitsfäden, Fasern und Druckfarben, die unter Beleuchtung mit Ultraviolett- ("UV") oder Infrarot- ("IR") Quellen fluoreszieren oder phosphoreszieren.

[09] Andere Sicherheitsmerkmale im Papiergeld enthalten numerische Wasserzeichen, Guilloche-Muster, die schmale geometrische Muster sind, die mit einer geometrischen Drehmaschine oder mathematisch erstellt werden, Mikrodruck, digitale Wasserzeichen, magnetische Druckfarben und Fäden, entmetallisierte Sicherheitsfäden, holografische Merkmale, fluoreszierende Druckfarben, Lentikularlinsengruppe-Sicherheitsfäden, und fluoreszierende und nicht fluoreszierende Sicherheitsfäden.

[10] Hochwertige verborgene Sicherheitsmerkmale enthalten ENIGMA (De La Rue International) und M (Geiseke und Devrient). Ein wichtiges Merkmal bei einem Geldschein ist das M-Merkmal, wobei sich "M" auf maschinell lesbar bezieht. Das M-Merkmal ist ein farbloses, anorganisches Oxid, das in die Papierträgerschicht, die Druckfarbe, Sicherheitsdruckfarbe oder einen Sicherheitsfaden integriert ist, ohne eine Veränderung im Aussehen der Banknote zu erzeugen. Das pulverförmige M-Merkmal kann in die Papierträgerschicht in einer Spur eingeblasen werden, um einen bestimmten Nennwert einer Banknote zu identifizieren. Wenn das M-Merkmal einem Lichtblitz aus einer starken Lichtquelle ausgesetzt wird, sendet es ein Lichtband in einem Bruchteil einer Sekunde aus, das rasch verschwindet. Dieses wiederholbare, charakteristische Lichtband der Banknote kann von einem Lesegerät authentifiziert werden. Die Zentralbanken schützen die Sicherheit des M-Merkmals, da

Spezialsensoren zu dessen Erkennung verwendet werden müssen.

[11] Da Fälscher immer raffinierter werden, mussten auch die Sicherheitsmerkmale in solchen Dokumenten weiter entwickelt werden, um einen weit verbreiteten Betrug zu vermeiden. Mit einer Weiterentwicklung der Trägerschichten solcher sicherer Dokumente sind auch ihre Herstellungskosten gestiegen, wodurch ein Austausch abgenutzter Geldscheine ziemlich teuer wird. Daher ist es wichtig, dass solche Dokumente nicht nur sicher sind, sondern auch einen hohen Grad an Haltbarkeit haben.

[12] Banknoten werden aus zahlreichen Gründen aus dem Umlauf genommen. Anhand einer Studie werden 81 % der Noten wegen Verschmutzung zurückgenommen, 9% werden aufgrund einer Beschädigung durch mechanische Mittel, insbesondere Zerreißen, entfernt, 5% werden wegen eines Bekritzelns der Noten entfernt, 4% werden aufgrund einer allgemeinen Abnutzung entfernt und 1 % werden wegen einer Beschädigung der Sicherheitselemente entfernt. Im Allgemeinen sind 60% bis 80% aller zurückgewiesenen Banknoten verschmutzt.

[13] Banknoten haben eine begrenzte Umlaufzeit, da die Noten bei Gebrauch durch die Öffentlichkeit verschmutzt und zerrissen werden. Zum Beispiel sind 4.000 Doppelfaltungen (zuerst vorwärts und dann rückwärts) notwendig, bevor ein US-Papiergeldschein reißt. Banknoten werden auf vielfache Weise während ihrer Gebrauchsdauer gehandhabt und erfahren eine Vielzahl mechanischer Belastungen und werden auch mit Substanzen in Kontakt gebracht, die die Noten verschmutzen können, wodurch ihre Authentifizierung und Verwendung schwierig wird. Eine der wichtigsten Determinanten für die Gebrauchsdauer der Banknote, die für den geringsten

Nennwert am kürzesten ist, ist Verschmutzung. Die Arbeit der niederländischen Nationalbank hat gezeigt, dass die primäre Verschmutzungsquelle abgeschiedener Hauttalg nach einem Kontakt mit Fingern ist, wobei der Hauttalg schließlich oxidiert und gelb wird. Ferner schloss eine Studie des Microbiology Department of Karachi University in Pakistan, das Banknoten auch Kontaminanten tragen können, die Diarrhö und Harnwegsinfektionen verursachen, zusätzlich zu Hautbrennen und septikämischer Infektion. Eine Studie stellte fest, dass 26% der Noten hohe Bakterienwerte enthielten und 80% der Noten einige Spuren an Bakterien aufwiesen. Eine noch bedenklichere Erkenntnis war, dass Pathogene, einschließlich Bakterien und Viren, auf Banknoten das Potential haben, eine Antibiotikaresistenz zu entwickeln, wodurch die Behandlung infektiöser Erkrankungen schwieriger wird.

[14] Ein solches "schmutziges" Geld ist nicht nur auf Entwicklungsländer beschränkt. Einige der Studien zu kontaminierten Geldscheinen, die aus den Vereinigten Staaten stammten, waren gleichermaßen enthüllend. In einer jüngsten Erhebung, die für das Department of Endocrinology am Wright-Patterson Medical Center in Ohio durchgeführt wurde, sammelten Forscher 68 Ein-Dollar-Noten von einer Erfrischungstheke bei einer High School Sportveranstaltung und einer Kassa eines Lebensmittelladens und untersuchten sie auf bakterielle Kontamination. Nur vier Geldscheine (sechs Prozent) enthielten keine nachweisbaren Keime.

[15] Angesichts der riesigen Menge an Banknoten im Umlauf, selbst für kleine Länder, ist die Bestimmung der Tauglichkeit von Banknoten nicht nur hinsichtlich der Kostenkontrolle wichtig, sondern stellt auch eine ernsthafte technische Herausforderung im Sinne einer Verarbeitungsgeschwindigkeit und -genauigkeit dar.

Ferner kann das Ausmaß einer Verschmutzung einer Banknote nicht leicht mit objektiven Regeln erfasst werden. Daher ist nicht nur eine exakte Bestimmung der Tauglichkeit von Banknoten vom Kostenstandpunkt von Interesse, sondern reinere Noten sind auch für die Öffentlichkeit sicherer und attraktiver. Studien haben gezeigt, dass eine Verunreinigung einer der Hauptgründe zur Klassifizierung ist, dass Banknotentauglichkeitssensoren, die sowohl weißes Licht wie auch Quellen spezieller Wellenlängen verwenden, Banknoten als untauglich für einen Umlauf klassifizieren.

[16] Zur Verbesserung der Haltbarkeit und Verunreinigungsbeständigkeit dieser Trägerschichten ist bekannt, wertvolle Dokumente mit einer schmutzabweisenden und/oder feuchtigkeitsbeständigen Schutzschicht zu versehen, um die Gebrauchsdauer und Tauglichkeit der Dokumente im Umlauf zu verbessern. Eine solche Schutzschicht enthält typischerweise Celluloseester oder Celluloseether für den größeren Teil und mikronisiertes Wachs für einen geringeren Teil und wird auf die gesamten Banknoten aufgetragen. Das mikronisierte Wachs wird durch Kneten oder Mischen mit Öl, einem Druckfarbenbindemittel oder einem Gemisch davon verteilt. Die frisch gedruckten Blätter mit der Schutzschicht können ohne Schwierigkeiten und ohne Verfärbung eines Blattes durch schwarze Druckfarbe eines darüber liegenden Blattes gestapelt werden.

[17] Eine andere Beschichtungszusammensetzung, die nur ein Bindemittel und keine Füllmittel enthält, wurde auf Banknotenpapier aufgetragen, das aufgrund seiner Porosität eine große Oberfläche oder hohe Oberflächenrauheit hat. Die Zusammensetzung wird in einer Schicht aufgetragen und hat eine Dicke mit einer glatten Oberfläche, wodurch eine geringe

Wahrscheinlichkeit an resultierenden Schmutzablagerungen besteht. Ferner ist die Beschichtung dünn genug, dass sie die anderen genannten Eigenschaften des Papiers nicht beeinträchtigt.

[18] Ein Problem bei dieser Methode ist, dass bekannte Schutzschichten weder gut halten noch strapazierfähig sind. Herkömmliche Schutzschichten umfassen Lacke auf Wasserbasis, die üblicherweise nicht imstande sind, ein anspruchsvolles Anforderungsprofil zu erfüllen. Zum Beispiel widersprechen sehr gute Schmutzabweisungs- und Haftqualitäten einer Beständigkeit gegen das Eindringen von Flüssigkeit und umgekehrt. Lacke auf Wasserbasis erfüllen daher gegenwärtig die hohen Anforderungen für eine Schutzschicht im Wertpapierdruck, und insbesondere im Banknotendruck, nur dann, wenn eine zweite Komponente in der Form eines Vernetzungsmittels hinzugefügt wird.

[19] Ein weiteres Problem bezüglich Banknoten besteht darin, dass Zentralbanken abgenutzte und verunreinigte Noten auf Kosten der Steuerzahler austauschen müssen. In den Vereinigten Staaten beträgt das Volumen hergestellter Noten pro Jahr Milliarden Noten (typischerweise 4-6 Milliarden). Die Produktion von Banknoten ist teuer, insbesondere für die höheren Nennwerte, die viele Sicherheitsmerkmale aufweisen können, die sowohl für die Öffentlichkeit zugänglich als auch von Geldnotenlesern und den Zentralbanken, die Hochgeschwindigkeitssortierer verwenden, maschinell lesbar sind. Banknotensortierer von Geiseke und Devrient, De La Rue International und Toshiba verarbeiten typischerweise Banknoten bei Geschwindigkeiten von 10-40 Banknoten/Sekunde und führen eine Reihe von Diagnosen mit Sensoren im Bewegungspfad der Noten durch. Diese Sensoren sind eine Kombination von Authentifizierungssensoren wie auch

Notentauglichkeitssensoren. Die Tauglichkeitssensoren verwenden vorwiegend eine Bildaufnahme und Analyse der erfassten Bilder zur Bestimmung, ob die Banknote vernichtet oder wieder dem Umlauf zugeführt werden soll.

[20] Die Kosten für einen Austausch von Banknoten sind signifikant, da die höheren Nennwerte Sicherheitsmerkmale der Stufe I, II und III zur Verwendung durch die Öffentlichkeit, Handelsbanken, Einzelnotenannahmevorrichtungen und Zentralbanken aufweisen. In den Vereinigten Staaten ist beispielsweise das Geldscheinaustauschbudget $747 Millionen und teilt sich wie folgt auf:

$1 und $2 Noten - 5,2 Cents pro Note
$5 und $10 Noten - 8,5 Cents pro Note
$20 und $50 Noten - 9,2 Cents pro Note
$100 Note - 7,7 Cents pro Note
$100 Note, die im Oktober 2013 ausgegeben wird -13 Cents pro Note

[21] Mit mehr als 150 Milliarden neuen Banknoten, die jährlich weltweit hergestellt und gedruckt werden, belaufen sich die Austauschkosten untauglicher Geldscheine auf annähernd $10 Milliarden jährlich. Zusätzlich zum Austausch der Noten entstehen beträchtliche Abfallentsorgungskosten, die mit der Vernichtung der zerkleinerten Noten zusammenhängen, die als untauglich bestimmt werden. Dies bedeutet jährlich weltweit bis zu etwa 150.000 Tonnen Abfall, basierend auf einem weltweiten Umlauf von 150 Milliarden Noten. Dies ist besonders für Polymernoten problematisch, die auch große Umweltprobleme in Bezug auf Verbrennung und Entsorgung in Mülldeponien bereiten.

[22] Aufgrund dieser Tatsachen besteht ein Bedarf, eine Art von Reinigung für Banknoten zu verwenden, die verunreinigt, aber nicht zerrissen oder zerfetzt sind, die den Druck und die Sicherheitsmerkmale der Note nicht angreift. Es besteht ein weiterer Bedarf an einem System, das eine gewisse Klasse an Tauglichkeitsparametern verwendet, die bewirken, dass identifizierte Banknoten mit einem Verfahren gereinigt werden, das den Druck und die Sicherheitsmerkmale nicht angreift, bevor eine Bestimmung getroffen wird, dass sie entweder wieder in den Umlauf gebracht oder vernichtet werden.

[23] KURDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[24] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und System zum Reinigen von Banknoten vorzusehen, die verunreinigt, aber nicht zerrissen oder zerfetzt sind, wobei das Verfahren den Druck und die Sicherheitsmerkmale der Banknoten nicht angreift. Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein System vorzusehen, das eine gewisse Klasse von Tauglichkeitsparametern anwendet, um identifizierte Banknoten mit einem superkritischen Fluid reinigen zu lassen, das den Druck und die Sicherheitsmerkmale der Banknoten nicht angreift, bevor eine Bestimmung getroffen wird, dass sie entweder wieder in Umlauf gebracht oder vernichtet werden sollen.

[25] Im Allgemeinen weist die Erfindung in einem Aspekt ein Verfahren zum Reinigen eines sicheren Instruments auf, das eine Trägerschicht, sichtbare Daten und ein Sicherheitsmerkmal enthält, enthaltend ein Einwirken eines superkritisches Fluids auf ein sicheres Instrument bei einer Temperatur und einem Druck und über einen Zeitraum, die ausreichend sind, die Trägerschicht zu reinigen und das

Sicherheitsmerkmal und die sichtbaren Daten nicht zu beeinträchtigen, wobei das Reinigen der Trägerschicht das Entfernen einer oder mehrerer Substanz(en) von der Trägerschicht in das superkritische Fluid enthält.

[26] Ausführungen der Erfindung enthalten eines oder mehrere der folgenden Merkmale. Die sichtbaren Daten können ein Bild, Authentifizierungsinformationen oder beides enthalten. Die eine oder mehreren Substanz(en) können Kontaminanten, Schmutz, Hauttalg, Pathogene oder jede Kombination von diesen enthalten. Zumindest eine von der einen oder den mehreren Substanz(en) kann in dem superkritischen Fluid löslich sein.

[27] Das Einwirken kann ferner ein Fließen des superkritischen Fluids durch das sichere Instrument hindurch und um dieses herum enthalten. Das Fließen kann ein Bewegen des sicheren Instruments im superkritischen Fluid, Rühren des superkritischen Fluids und Anwenden von Ultraschallwellen durch das superkritische Fluid enthalten. Das Reinigen kann ein Desinfizieren enthalten. Das superkritische Fluid kann CO_2 enthalten und kann ferner eine ionische Flüssigkeit oder ein anderes Gas enthalten.

[28] Das Verfahren kann ferner die Bestimmung der Tauglichkeit des sicheren Instruments beinhalten. Das Bestimmen der Tauglichkeit kann ein Abtasten des sicheren Instruments, um Informationen bezüglich einer oder mehrerer Eigenschaft(en) des sicheren Instruments zu erhalten, und ein Bestimmen, ob die eine oder mehreren Eigenschaft(en) ein vorbestimmtes Kriterium oder mehrere vorbestimmte Kriterien erfüllen, enthalten. Die vorbestimmten Kriterien können ein annehmbares Maß an Zerreißen, ein annehmbares Maß an Schlaffheit, ein annehmbares Maß an Kritzelei, und ein annehmbares Maß an Verunreinigung enthalten. Das

Verfahren kann ferner ein Authentifizieren des sicheren Instruments enthalten.

[29] Das Verfahren kann ferner ein Einführen eines Einfangmaterials in das superkritische Fluid enthalten, um zumindest einen Teil der einen oder mehreren Substanz(en) aus dem superkritischen Fluid zu entfernen. Das Einfangmaterial kann ein Material großer Oberfläche enthalten, das pyrogene Kieselsäure enthalten kann. In dem Verfahren kann die Dauer 30 Minuten bis 12 Stunden sein.

[30] Im Allgemeinen weist in einem anderen Aspekt die Erfindung ein Verfahren zum Reinigen mehrerer sicherer Instrumente auf, wobei jedes sichere Instrument eine Trägerschicht, sichtbare Daten und ein Sicherheitsmerkmal enthält, einschließlich einer Sortierung der sicheren Instrumente anhand eines vorbestimmten Kriteriums oder mehrerer vorbestimmter Kriterien, Einwirken eines superkritisches Fluids auf das sichere Instrument bei einer Temperatur und einem Druck und über einen Zeitraum, die ausreichend sind, die Trägerschicht zu reinigen und die Sicherheitsmerkmale und die sichtbaren Daten der sicheren Instrumente nicht zu beeinträchtigen, wobei das Reinigen der Trägerschicht das Entfernen einer oder mehreren Substanz(en) von der Trägerschichten in das superkritische Fluid enthält.

[31] Ausführungen der Erfindung können eines oder mehrere der folgenden Merkmale enthalten. Das Sortieren kann ein Abtasten der sicheren Instrumente enthalten um zu bestimmen, ob eine oder mehrere Eigenschaft(en) der sicheren Instrumente das eine vorbestimmte Kriterium oder die mehreren vorbestimmten Kriterien erfüllen. Das Verfahren kann ferner ein Rezirkulieren des superkritischen Fluids beinhalten.

[32] Im Allgemeinen weist in einem anderen Aspekt die Erfindung eine Vorrichtung zum Reinigen eines sicheren Instruments auf, das eine Trägerschicht, sichtbare Daten und ein Sicherheitsmerkmal enthält, enthaltend eine Kammer, die ein superkritisches Fluid bei einer Temperatur und einem Druck und über einen Zeitraum enthält, die ausreichend sind, die Trägerschicht zu reinigen und das Sicherheitsmerkmal und die sichtbaren Daten des sicheren Instruments nicht zu beeinträchtigen, und eine Struktur zum Halten des sicheren Instruments in der Kammer, so dass das superkritische Fluid durch das sichere Instrument hindurch und um dieses herum zirkuliert, um eine oder mehreren Substanz(en) in das superkritische Fluid zu entfernen.

[33] Ausführungen der Erfindung können eines oder mehrere der folgenden Merkmale enthalten. Die Vorrichtung kann einen Rührmechanismus zum Zirkulieren des superkritischen Fluids durch das sichere Instrument hindurch und um dieses herum in der Kammer enthalten. Die Struktur zum Halten des sicheren Instruments kann eine Schale enthalten.

[34] Im Allgemeinen weist die Erfindung eine Vorrichtung zum Reinigen mehrerer sicherer Instrumente auf, wobei jedes sichere Instrument eine Trägerschicht, sichtbare Daten und ein Sicherheitsmerkmal enthält, enthaltend einen Sortierer zum Bestimmen, ob die sicheren Instrumente eine oder mehrere Eigenschaft(en) aufweisen, die ein vorbestimmtes Kriterium oder mehrere vorbestimmte Kriterien erfüllen, eine Struktur zum Halten sicherer Instrumente, die das vorbestimmte Kriterium oder mehrere vorbestimmte Kriterien erfüllen, und eine Kammer, die ein superkritisches Fluid bei einer Temperatur und einem Druck und über einen

Zeitraum enthält, die ausreichend sind, die Trägerschicht zu reinigen und die Sicherheitsmerkmale und die sichtbaren Daten der sicheren Instrumente nicht zu beeinträchtigen, wobei die Struktur zum Halten sicherer Instrumente in der Kammer so angeordnet werden kann, dass das superkritische Fluid durch die sicheren Instrumente hindurch und um diese herum zirkuliert, um eine oder mehreren Substanz(en) in das superkritische Fluid zu entfernen.

[35] Im Allgemeinen weist die Erfindung in einem anderen Aspekt ein Verfahren zur Wiederherstellung eines Materials auf, das zumindest eines von einem Bild, Farbtexturen und Druck enthält, enthaltend ein Einwirken eines superkritisches Fluids auf das Material bei einer Temperatur und einem Druck und über einen Zeitraum, die ausreichend sind, das Material zu reinigen und das Bild, die Farbtexturen und den Druck nicht zu beeinträchtigen, wobei eine Reinigung des Materials eine Entfernung einer oder mehrerer Substanz(en) aus dem Material in das superkritische Fluid enthält.

[36] Ausführungen der Erfindung können eines oder mehrere der folgenden Merkmale enthalten. Das Material kann ein Dokument sein, das Druck oder eine Grafik enthält, einschließlich eines Gemäldes mit Farbtexturen. Die eine oder mehreren Substanz(en) können Kontaminanten, Schmutz, Hauttalg, Pathogene oder jede Kombination von diesen enthalten. Das superkritische Fluid kann CO_2 enthalten.

[37] KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[38] Die obengenannten und andere Aspekte, Merkmale und Vorteile werden aus der folgenden ausführlichen

Beschreibung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen verständlicher, wobei:

[39] Figur 1 ein Phasendiagramm des superkritischen Fluids für Kohlendioxid ist;

[40] Figur 2 ein Flussdiagramm ist, das die Reinigung und Sortierung von Banknoten gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[41] Figur 3 ein Flussdiagramm ist, das die Reinigung und Sortierung von Banknoten gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[42] Figur 4 ein Flussdiagramm ist, das den Reinigungszyklus der vorliegenden Erfindung zeigt;

[43] Figur 5 eine beispielhafte Hochdruckkammer für superkritisches Fluid ist;

[44] Figur 6 ein Vergleich desselben Teils einer US $1 Banknote vor und nach einer Beschichtung und Oxidation mit einer Hauttalgschicht ist;

[45] Figur 7A Bilder einer US $1 Banknote vor einer Hauttalgbehandlung, nach einer Hauttalgbehandlung und nach einer Reinigung mit einem superkritischen Fluid zeigt;

[46] Figur 7B die Spektren für jedes der US $1 Banknotenbilder zeigt, die in Figur 7A dargestellt sind;

[47] Figur 8 die Reflexionsspektren von Banknoten zeigt, die mit oxidiertem Hauttalg beschichtet sind, sowohl vor wie auch nach einer superkritischen CO_2-Reinigung gemäß der vorliegenden Erfindung;

00167

[48] Figur 9 die Ergebnisse einer Reinigung einer 5 Euro Note gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

[49] Figur 10A eine Banknote ist, die mit Motoröl verunreinigt ist, vor und nach einer Reinigung mit einem superkritischen Fluid;

[50] Figur 10B die diffusen Reflexionsspektren der Banknote von Figur 10A vor und nach einer Reinigung mit dem superkritischen Fluid zeigt;

[51] Figur 11 die Fluoreszenzspektren von Sicherheitsfäden in Banknoten sowohl vor wie auch nach einer Reinigung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

[52] Figur 12 die Fluoreszenzspektren von Sicherheitsfäden in Banknoten sowohl vor wie auch nach einer Reinigung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

[53] Figur 13 die Robustheit der durch UV anregten leuchtenden Merkmale in Sicherheitsfasern eines russischen Rubels zeigt.

[54] Figur 14 die Robustheit der durch UV anregten leuchtenden Merkmale beim Drucken auf einem chinesischen Yuan zeigt.

[55] Figur 15 die Robustheit der durch UV anregten leuchtenden Merkmale beim Drucken auf einem britischen Pfund vor und nach einem Einwirken eines superkritischen Fluids zeigt.

[56] Figuren 16A und 16B die vorübergehenden Reaktionen für eine US $1 Note, die in Umlauf bzw. nicht in Umlauf ist zeigen.

[57] Figuren 17A und 17B die Signale der nicht im Umlauf befindlichen Note von Figur 16B vor und nach einer Reinigung mit einem superkritischen Fluid zeigen.

[58] AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[59] Die vorliegende Erfindung sieht das Reinigen sicherer Dokumente wie Banknoten unter Verwendung superkritischer Fluida vor. Im Speziellen sieht die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Reinigen sicherer Dokumente und Banknoten unter Verwendung superkritischer Fluida in einer Weise vor, die deren sichtbare Daten, Druckfarben, Trägerschichten oder die darin enthaltenen Sicherheitsmerkmale nicht beschädigt oder auf andere Weise beeinträchtigt. Die Sicherheitsmerkmale und sichtbaren Daten werden nicht beeinträchtigt, wenn sie für die Öffentlichkeit oder bei einer maschinell lesbaren Untersuchung für ihren beabsichtigten Zweck erkennbar bleiben. Die Substanzen, die von den Trägerschichten sicherer Dokumente entfernt werden können, enthalten Kontaminanten, Schmutz, Hauttalg von den Händen der Benutzer und Pathogene, einschließlich Bakterien und Viren. Eine solche Reinigung kann auch den Effekt eines Desinfizierens der Banknoten haben. Es wird geschätzt, dass die Verwendung eines superkritischen Fluids zum Reinigen eine Verringerung von 10% in der Anzahl von Banknoten ermöglicht, die jährlich getauscht werden, während ein beträchtlicher Prozentsatz an verunreinigten Banknoten wieder in Umlauf gebracht werden kann, was Regierungen weltweit ungefähr $1 Milliarde jährlich spart und die Auswirkungen auf die Umwelt verringert, die mit untauglichen Banknoten in Zusammenhang stehen. Bei einer Verringerung von 10% in der jährlichen Produktion von Banknoten ist die geschätzte Senkung im Kohlenstofffußabdruck 10^6 Tonnen äquivalentes CO_2.

[60] Superkritische Fluida, insbesondere CO_2, gemischt mit anderen Gasen und Zusatzstoffen, einschließlich ionischer Flüssigkeiten, sind wirksame Lösemittel für eine Reihe von organischen Stoffen und werden in zahlreichen Reinigungs- und Extraktionsanwendungen, einschließlich der pharmazeutischen Herstellung, Parfümproduktion und Entkoffeinierung verwendet. Das Phasendiagramm des superkritischen Fluids für Kohlendioxid ist in Figur 1 dargestellt. CO_2 hat einen superkritischen Punkt bei 72,9 atm und 304,25 K.

[61] In der superkritischen Phase hat das CO_2-Material eine Dichte annähernd jener der Flüssigkeit, hat aber die raumfüllenden Eigenschaften einer gasförmigen Substanz. Bei einer Einwirkung von CO_2 im superkritischen Zustand werden viele organische Materialien in gewissen Bereichen des Phasendiagramms ohne chemischen Angriff löslich. Insbesondere können die Materialien in das superkritische Fluid entfernt werden, wenn ihre freie Energie gesenkt wird. Insbesondere sind ölige Substanzen wie Hauttalg (einschließlich nach einer Oxidation oder Hydrolyse), der ein Hauptfaktor bei der Verunreinigung einer Banknote ist, wie auch andere Öle und Kontaminanten, in superkritischem CO_2 und anderen superkritischen Fluidgemischen löslich. Ein wichtiger Punkt, den es festzuhalten gilt, ist, dass die Banknoten nach dieser Reinigung trocken sind, da CO_2 bei Raumtemperatur und -druck sublimiert. Zusätzlich hat CO_2 als superkritisches Reinigungsmittel als eine der Glashaus-Gaskomponenten mit geringster Auswirkung eine sehr geringe Auswirkung auf die Umwelt. Jede Auswirkung auf die Umwelt, die mit der Verwendung von CO_2 verbunden ist, ist im Vergleich zu den Kosten und der negativen Auswirkung auf die Umwelt einer Entsorgung untauglicher Geldscheine, z.B. durch Verbrennung oder in

003167

Mülldeponien, minimal. Ferner kann CO_2 nach einem Ausfiltern der Kontaminanten einer Wiederverwendung und Rückführung in das Reinigungssystem zugeführt werden.

[62] Andere superkritische Fluida, insbesondere in Spurenmengen, können in dem Reinigungssystem der vorliegenden Erfindung verwendet werden. Zum Beispiel kann N_2O als solches als ein superkritisches Fluid oder als Zusatz zu CO_2 verwendet werden. Als bipolare Spezies erzeugt N_2O einen Grad an Löslichkeit in dem System, der mit CO_2 alleine nicht erreicht werden kann. Ebenso können CO oder SF_6 als solche als ein superkritisches Fluid oder als Zusatzstoff zu CO_2 verwendet werden. SF_6 ist in einem Reinigungssystem aufgrund seiner hoch elektronegativen Eigenschaften besonderes nützlich.

[63] Zentralbanken verwenden Hochgeschwindigkeitssortiermaschinen, die mit optischen und mechanischen Überprüfungssystemen ausgestattet sind, die die Banknoten untersuchen, um zu bestimmen, ob sie vernichtet werden müssen oder wieder in Umlauf gebracht werden können. Insbesondere können solche Hochgeschwindigkeitssortiermaschinen zur Überprüfung von Banknoten sowohl auf Authentizität wie auch Tauglichkeit verwendet werden. Die größten Sortiermaschinen arbeiten bei 40 Banknoten pro Sekunde und können bis zu 16 Sensoren zur Entfernung von Fälschungen und Noten haben, die nicht tauglich sind, wieder in den Umlauf gebracht zu werden. Die Tauglichkeitssensoren arbeiten vorwiegend mit optischer Bildanalyse und untersuchen eine Anzahl von Parametern, einschließlich Risse, Bänder, Kritzelei und Verunreinigung. Andere Sensoren können zur Bestimmung einer Banknotenschlaffheit als eine andere Metrik zur Bestimmung verwendet werden, ob die Noten tauglich sind oder getauscht werden müssen. Zusätzlich können die

003167

Banknoten anhand der Sicherheitsmerkmale der Noten, einschließlich sowohl öffentlicher wie auch maschinell lesbarer Sicherheitsmerkmale, authentifiziert werden um zu bestimmen, ob es sich um Fälschungen oder nicht handelt. Authentifizierungsinformationen, die maschinell lesbar sein können, können auch alphanumerische oder Bilddaten sein, die auf die Banknoten gedruckt sind.

[64] Die vorliegende Offenbarung sieht ein System zum Reinigen von Banknoten vor, einschließlich eines Tauglichkeitssensors zur Analyse eintreffender Banknoten, das Noten selektiert, die aufgrund einer Verunreinigung untauglich sind, aber sonst im Sinne von Schlaffheit und Mangel an Rissen, Schlitzen und Kritzelei brauchbar sind. Diese Parameter für annehmbare Tauglichkeitsmerkmale können von der speziellen Zentralbank anhand von Bevölkerungstrends und Banknotenakzeptanzmetrik bestimmt und optimiert werden. In einer Ausführungsform, die in Figur 2 dargestellt ist, können alle Banknoten in einer Reinigungskammer mit superkritischem Fluid gereinigt und dann entweder für eine Rückführung in den Umlauf oder eine Vernichtung und/oder Zerkleinerung sortiert werden, abhängig davon, ob sie die vorgegebenen Tauglichkeitskriterien erfüllen. Wie in Figur 3 dargestellt, werden in einer anderen Ausführungsform Banknoten, die tauglich sind, wegen ihres Verunreinigungsgrades einer Reinigungskammer mit superkritischem Fluid zugeführt. Die ausgewählten Banknoten werden in die Kammer eingebracht und superkritisches CO_2 wird bei optimalem Druck, optimaler Temperatur und Dauer für den speziellen Nennwert einer Banknote, die Designs und Trägerschichten angewendet, um die Verunreinigungsablagerungen von der Banknote zu entfernen. Die erforderlichen oder optimalen Werte für Temperatur, Druck und Dauer hängen von der Flüssigkeit

oder den Flüssigkeiten im superkritischen Fluid wie auch etwaigen Zusatzstoffen, wie ionischen Fluida oder anderen Gasen ab. Die gereinigten Banknoten können dann einem zweiten Sortierungssystem zugeführt werden, das die mit superkritischem Fluid gereinigten Noten akzeptiert und eine Tauglichkeitsmessung durchführt, um jene, die für die Öffentlichkeit gebrauchsfertig sind, von jenen zu unterscheiden, die nicht erfolgreich gereinigt wurden. Die letzteren können zur Vernichtung und/oder Zerkleinerung aussortiert und getrennt werden.

[65] Banknoten, die aussortiert wurden oder auf andere Weise dem Reinigungsprozess der vorliegenden Erfindung unterzogen wurden, können in Halterungsstrukturen oder Schalen angeordnet werden, die in der Kammer mit superkritischem Fluid angeordnet werden können und die ermöglichen, dass das superkritische Fluid durch sie hindurch und um sie herum fließt, um eine Reinigung zu bewirken. Der Reinigungsprozess in der Kammer mit superkritischem Fluid kann ferner durch die Verwendung eines Rührmechanismus verstärkt werden, der Ultraschallwellen durch das superkritische Fluid anlegen kann, die Banknoten (oder die Strukturen, die dies halten) bewegen, oder aber das superkritische Fluid rühren kann.

[66] In einer Ausführungsform haben die Banknoten eine Dicke von 0,1 mm und können in Halterungen oder Schalen gehalten werden, die mit einem Abstand von 0,5 mm voneinander getrennt sind. Aufgrund dieser Geometrie kann eine Kammer mit superkritischem Fluid ein Volumen in der Größenordnung von 1 m^3 mehr als 1 Million Noten pro Tag reinigen. Angesichts der Tatsache, dass die Vereinigten Staaten 30 Milliarden Banknoten pro Jahr verarbeiten, wären Kammern mit superkritischem Fluid mit einem Volumen in der Größenordnung von 100 m^3 imstande, alle verarbeiteten US Geldscheine zu

003167

reinigen, selbst ohne vorangehende Sortierung der Noten.

[67] Um zu vermeiden, dass Hauttalg, der von den Banknoten abgestreift wird, die Kammer beschichtet oder wieder auf den Banknoten abgeschieden wird, und um zu vermeiden, dass superkritisches CO_2 mit dem Hauttalg, der sich in Lösung befindet, gesättigt wird, kann ein Einfangmaterial vorgesehen sein, um den Hauttalg vom superkritischen CO_2 zu entfernen. Während viele Einfangmittel zum Abstreifen des Hauttalgs von der superkritischen CO_2-Lösung verwendet werden können, wird vorzugsweise pyrogene Kieselsäure verwendet. Das Einfangmaterial trägt dazu bei, eine Sättigung des superkritischen Fluids zu vermeiden und kann ein Material mit großer Oberfläche sein, an die sich die Kontaminanten anheften können. Pyrogene Kieselsäure ist ein synthetisches, amorphes, kolloidales Siliziumdioxid. Es wird durch Dampfhydrolyse von Chlorsilanen, wie Siliziumtetrachlorid, in einer Wasserstoff-Sauerstoffflamme bei 1800°C erzeugt. Im Verbrennungsprozess werden geschmolzene Kugeln von amorpher Kieselsäure gebildet. Pyrogene Kieselsäure ist ein weißes flockiges Pulver, das aus sphärisch geformten primären Partikeln besteht, die einen durchschnittlichen Durchmesser von 7 bis 40 Nanometern aufweisen, mit einer Oberfläche von 400 bis 50 Quadratmetern pro Gramm. Die primären Partikel sind nicht isoliert vorhanden; sie bilden Aggregate und Agglomerate. Technische Eigenschaften der pyrogenen Kieselsäure werden nicht nur durch die primären Partikel bestimmt, sondern auch durch die Agglomeratgrößenverteilung. Die pyrogene Kieselsäure hat keine klar definierte Agglomeratgröße. Die Partikelgrößenverteilung wird mit zunehmender durchschnittlicher Große der primären Partikel und abnehmender Neigung, Agglomerate zu bilden, breiter.

003167

[68] Während des Reinigungsprozesses wird das gesamte verwendete CO_2 vorzugsweise eingefangen, um seine Freisetzung in die Umwelt zu verhindern. Das eingefangene CO_2 wird ferner zur Verwendung in anschließenden Reinigungsprozessen zurückgeführt, um die gesamte Auswirkung des Reinigungsprozesses auf die Umwelt zu verringern. Der Reinigungsprozess der vorliegenden Erfindung minimiert die Auswirkung auf die Umwelt durch Verringerung der tausenden Tonnen zerkleinerter Geldscheine, die in einer Mülldeponie oder durch Verbrennung entsorgt werden müssen.

[69] Figur 4 zeigt den Reinigungszyklus der vorliegenden Erfindung. In einer anderen Ausführungsform kann ein Reinigungssystem in einem Bargelddepot vorgesehen sein, das einen superkritischen Fluidzustand im Inneren des Depots zum Reinigen von Banknoten unterstützen kann, die darin gelagert sind. Dies kann mit Banknoten ausgeführt werden, die noch verarbeitet werden müssen, wodurch eine höhere Ausbeute der Noten erreicht wird, die tauglich sind, nach der Standardverarbeitung durch die Zentralbank wieder in den Umlauf gebracht zu werden. Eine solche Depot-Reinigungskammer mit superkritischem Fluid kann auch in Handelsbanken eingerichtet werden, die zur Durchführung dieses Schritts eine Rückvergütung erhalten können.

[70] Es wurde ein Test an Banknoten unter Verwendung einer Hochdruckkammer mit superkritischem Fluid durchgeführt. Eine beispielhafte Kammer ist in Figur 5 dargestellt, die eine $20 Banknote enthält, mit CO_2 in der superkritischen Phase. Die Kammer bestand aus ¾" Aluminium mit einem Beobachtungsfenster aus 1" Plexiglaspolymer. Die Kammer wurde aus kaltgezogenen, runden, nahtlosen Drehrohrteilen (MT-1018) mit gewindeförmigen oberen und unteren Endkappen

konstruiert, die aus kalt bearbeiteten AISI C1018 Stahlstäben konstruiert waren. Die zusammengebaute Kammer hatte einen Durchmesser von 6,75" und eine Länge von etwa 12,75". Der Durchmesser betrug 5,875", was eine Wanddicke von 0,4375" bedeutet. Die Kammer hatte doppelte ¼ (npt) Gewindeanschlüsse, die in die Zylinderwand vor der Reinigungskammer eingearbeitet wurden, um eine Spülung einzufüllen, und einen zweiten Satz von ¼ (npt) Gewinden im oberen Deckel für den Einbau eines Druckmonitors und eines Sicherheitsventils. Die hergestellten Komponenten wurden mit 0,0001" - 0,0003" chemischer Vernickelung zur Korrosionsbeständigkeit beschichtet. Die Kammer konnte bei Temperaturen im Bereich von 25°C und 60°C und bei Drücken bis zu 2000 psi über eine Dauer von 30 Minuten bis 12 Stunden betrieben werden. Zusätzlich konnte die Kammer in ein wässriges Ultraschallbad zur Verstärkung des Reinigungsprozesses eingetaucht werden.

[71] Der hier beschriebene Test wurde an allen Noten bei derselben Temperatur und demselben Druck durchgeführt. Kurz gesagt, der Test zeigte, dass Hauttalg, Kaffee und Motoröl von den Banknoten entfernt wurden, ohne die Sicherheitsmerkmale der Noten zu beeinträchtigen. Ferner wurde in einem Test eine US $1 Note mit einer Kolonie Micrococcus luteus, eine Hautbakterien, und 234 Kolonien Hefe (Pilz) mit dem Verfahren der vorliegenden Erfindung gereinigt und desinfiziert und keines der Pathogene verblieb auf der Note.

[72] Beim Testen des Reinigungsprozesses der vorliegenden Erfindung wurden Banknoten mit einem Hauttalgmaterial beschichtet, das vorwiegend aus 18% freien Fettsäuren, 37,8% Rindertalg und 18,3% Lanolin bestand. Nach dem Beschichten wurden die Noten 8 Tage bei 90°C und 65% relativer Feuchtigkeit in eine

003167

temperaturkontrollierte Kammer eingebracht, um eine beschleunigte Alterung und einen Umlauf der Banknote zu simulieren. Nach erfolgter Oxidation verfärbte sich der Hauttalg gelblich, was gemeinsam mit den Indexanpassungseffekten zu einer verunreinigten Note führt, die jener ähnlich war, die bei in Umlauf befindlichen Geldscheinen vorgefunden wird. Zum Beispiel zeigt Figur 6 einen Seite-an-Seite-Vergleich desselben Teils einer neuen US $1 Banknote vor und nach einer Beschichtung und Oxidation mit einer Hauttalgschicht.

[73] Sobald die Noten verunreinigt waren, wurden sie mit superkritischem CO_2 bei 50°C und 1600 psi 3 bis 8 Stunden gereinigt. Eine Charakterisierung hatte die Haltbarkeit verschiedener Umgebungslicht-Sicherheitsmerkmale, die unter UV-Licht betrachtet wurden, und maschinell lesbarer Merkmale wie magnetischer und hochwertiger verborgener Merkmale wie ENIGMA (De La Rue International) und M (Gieseke und Devrient) vor und nach dem Reinigungsprozess zum Ziel. Die Entfernung von Hauttalg wurde durch Messen des diffusen Reflexionsspektrums untersucht und UV-Merkmale wurden zuvor und danach mit einem kalibrierten Fluorimeter untersucht. Zusätzlich wurde die Porosität mit einem Fotoporosimeter untersucht, das im Haus entwickelt wurde und die Bestimmung relativer Änderungen ermöglichte, die durch den Reinigungsprozess mit superkritischem CO_2 an US-Banknoten herbeigeführt wurden. Banknoten auf der Basis von Papierbrei aus den US, Europa und China wie auch polymere Banknoten, die aus biaxial orientiertem Polypropylen bestehen, das vor dem Drucken mit einer anorganischen Opazitätsschicht beschichtet wird, wurden alle mit diesen Methoden getestet.

[74] Es wurden an einer Reihe von Banknoten Versuche mit einem Schwerpunkt auf US Banknoten durchgeführt, die aus Papier hergestellt sind, das aus ungefähr 75% Baumwoll- und 25% Leinenfasern besteht, und vom United States Bureau of Engraving and Printing bedruckt wurden. Die Ergebnisse des Reinigungsprozess sind in Figuren 7A und 7B dargestellt. Figur 7A zeigt Bilder einer US $1 Banknote vor einer Hauttalgbehandlung, nach einer Hauttalgbehandlung und nach einer Reinigung mit superkritischem CO_2 bei 50°C über 8 Stunden mit Ultraschallrührung. Es muss festgehalten werden, dass US Banknoten eine Hauttalg-artige Tunke enthalten, die zu einer Gelbfärbung von Banknoten führt, selbst wenn sie brandneu sind. Daher kann die Reinigung infolge der Einschränkungen der US Banknoten nicht so wirksam bei der Entfernung des gesamten Hauttalgs erscheinen, wie sie tatsächlich ist. Figur 7B zeigt die Spektren für jede der in Figur 7A abgebildeten US $1 Banknoten. Anhand dieser Ergebnisse entfernt der superkritische CO_2 Reinigungsprozess effektiv oxidierten Hauttalg von US Banknoten. Der Prozess entfernt ungefähr 20% der abgelagerten Hauttalgschicht und scheint vorzugsweise Reste zu entfernen, die für die Absorption in der 500 nm bis 650 nm Region verantwortlich sind, die wahrscheinlich größere Fettsäurekomponenten des Gemisches sind.

[75] Die Ergebnisse der derartigen Reinigung sind auch in den Grafiken von Figur 8 erkennbar. Dies macht deutlich, dass der hier offenbarte Prozess eine wesentliche Menge an Verunreinigung von den Noten reinigt, wie durch die fast 10% Erhöhung in der Reflexion der Note über das Nahultraviolett- und sichtbare Spektrum erkennbar ist. Eine solche Reinigung erhöht nicht nur die Sauberkeit und das Erscheinungsbild der Note, sondern erhöht auch die

Maschinenlesbarkeit der Sicherheitsmerkmale auf der Note.

[76] Wie in Figur 9 erkennbar ist, zeigen die Gesamtergebnisse, die auf einer 5 Euro Note dargestellt sind, eindeutige Ergebnisse des Reinigungsprozesses. Die linke Seite des Bildes zeigt das Stück der Note, die mit superkritischem CO_2 bei 1600 psi und 55°C 8 Stunden gereinigt wurde. Vor der Reinigung wurde die Note mit Bey Hauttalg beschichtet und bei 90°C und 70% relativer Feuchtigkeit neun Tage gelagert.

[77] Als weitere Demonstration der Wirksamkeit einer superkritischen Reinigung von Banknoten wurde der Prozess an Banknoten getestet, die mit Motoröl (z.B. Shell ASE 20) verunreinigt waren. Figur 10A zeigt eine Banknote, die mit Motoröl verunreinigt war, vor und nach einer Reinigung. Die Bilder zeigen eindeutig die Wirksamkeit des Reinigungsprozesses und die Daten in Figur 10B zeigen die diffusen Reflexionsspektren vor und nach einer Reinigung.

[78] Der Schlüssel für die Eignung für das In-Umlauf-Bringen verunreinigter Banknoten unter Verwendung dieser Reinigungstechniken ist eine trockene Entfernung oxidierter Öle und anderer Kontaminanten, während die Integrität und Nützlichkeit der wichtigen und teuren öffentlichen und maschinell lesbaren Sicherheitsmerkmale der Banknoten bewahrt bleiben. Optischen Studien aller Banknoten zeigten, dass keine Veränderungen in der Qualität oder im Kontrast des Drucks nach einer Reinigung bestehen blieben, einschließlich der flexografischen, Tiefdruck- und Stichtiefdruck- und optisch variablen Druckfarben.

[79] Ein weiteres Merkmal der vorliegenden Erfindung ist, dass die Sicherheitsmerkmale auf den Banknoten

003167

entweder von dem Reinigungsprozess vollkommen unbeeinflusst sind oder etwas schwächer werden. Vor Allem bleiben die magnetischen Druckfarben, die Fluoreszenz UV-aktiver Merkmale, Hologramme, metallisierter und entmetallisierter Fäden und optisch variabler Druckfarben nach dem Reinigungsprozess intakt und funktionsfähig. Wie in Figur 11 dargestellt ist, ist die Fluoreszenz des Sicherheitsfadens in einer US $20 Note vollkommen unbeeinträchtigt. Zusätzlich ist die Fluoreszenz des Fadens in einer U.S, $5 Note nach einem extremen Einwirken von superkritischem CO_2 etwas verringert; die Leistung ist jedoch nicht verschlechtert, so dass der visuelle und maschinelle Überprüfungsprozess beeinträchtigt wäre. Figur 12 zeigt die Fluoreszenz von Sicherheitsfäden in verschiedenen Banknoten, nämlich US $5, US $10, US $20, US $50, US $100, und 50 Rupie Noten, sowohl vor wie auch nach einer Reinigung durch Einwirken von superkritischem CO_2.

[80] Zusätzlich zu leuchtenden Sicherheitsfäden wurden polymere Sicherheitsfasern wie jene, die typischerweise in vielen Banknoten weltweit vorgefunden werden, untersucht. Zum Beispiel wurden die Wirkungen des Reinigungsprozesses an den Fasern im russischen Rubel untersucht. Die in Figur 13 dargestellten Daten zeigen die Robustheit der durch UV angeregten Merkmale gegenüber dem Reinigungsprozess in Bezug auf die Sicherheitsfasern in der russischen 100 Rubel Banknote.

[81] Durch langwelliges UV angeregte leuchtende Sicherheitsmerkmale werden häufig auf eine Banknote gedruckt wie auch mit lithografischen, flexografischen, Tiefdruck- und Stichtiefdruckverfahren. Beispiele dafür sind der Yuan, der Euro und das britische Pfund. Gedruckte leuchtende Merkmale in diesen wie auch anderen Geldscheinen wurden untersucht und die

Ergebnisse zeigten, dass die meisten von ihnen äußerst robust sind, wie durch die Daten für den chinesischen Yuan in Figur 14 gezeigt.

[82] Versuche mit den UK Banknoten, die ein zweifärbiges UV Leuchtmuster haben, zeigten, dass sich diese Pigmente teilweise auflösten. Versuche, in welchen nur eine Wärmeeinwirkung verwendet wurde, bestätigten, dass dies entweder das Ergebnis einer Auflösung oder Reaktion mit dem CO_2 war und nicht des Wärmeabbaus des Fluorophors oder Phosphors. Figur 15 zeigt das Muster vor und nach einer Einwirkung von superkritischem CO_2 bei 50°C über 8 Stunden und die eingetretenen Spektraländerungen. Aus der Widerstandsfähigkeit des chinesischen Yuan-Beispiels ist klar, dass Druckfarben so formuliert werden können, dass sie für den Reinigungsprozess widerstandsfähig sind, nicht aber einige der bestehenden Druckfarbenbasen.

[83] Wie zuvor besprochen, spielen maschinell lesbare Sicherheitsmerkmale eine wichtige Rolle in der Sicherheit einer Banknote. Die häufigsten maschinell lesbaren Sicherheitsmerkmale beruhen auf Magnetismus und Kapazität und werden am häufigsten in Einzelnoten-Annahmeanwendungen von Geldautomaten bis zu Geldscheinwechseln und Verkaufsautomaten verwendet.

[84] Die magnetischen Druckfarben, die in einer Reihe von Banknoten und insbesondere den US Banknoten und europäischen Noten verwendet werden, haben sich als robust und durch den Reinigungsprozess mit superkritischem Fluid bei 50°C und bis zu 16 Stunden unverändert erwiesen. Kapazitive, maschinell lesbare Merkmale, wie jene, die Sicherheitsfäden verwendet werden, die auf Metallisierung beruhen, bestanden auch einen Test bis zu 16 Stunden.

003167

[85] Zusätzlich zu den maschinell lesbaren Merkmalen, die in der öffentlichen Domäne und von Handelsbanken verwendet werden, verwenden Zentralbanken ein oder mehrere verborgene(s) Merkmal(e), das bzw. die typischerweise bei Raten von bis zu 40 Banknoten/Sek. auf Hochgeschwindigkeitssortierern gelesen werden. Diese Merkmale sind nur den Zentralbanken, den Vollstreckungsbehörden und den Lieferfirmen bekannt. Eine dieser Technologien ist das mehr als dreißig Jahre alte M-Merkmal, das von Sigreid Otto von Geiseke und Devrient entwickelt wurde. Dieses Sicherheitsmerkmal erwies sich im Reinigungsprozess mit superkritischem Fluid als widerstandsfähig, da es auf einem anorganischen Material beruht. Wie die meisten leuchtenden Druckfarben ist der Schlüssel, seine Robustheit beizubehalten, die richtige Wahl des Grundmaterials, wenn es in einem gedruckten Format ist. Die verschiedenen Enigma Sicherheitsmerkmalsignaturen von De La Rue International wurden getestet und erwiesen sich als robust und nach dem Reinigungsprozess über 16 Stunden bei 50°C als unverändert.

[86] Ein weiterer wichtiger Parameter, der zur Bestimmung der Tauglichkeit von Banknoten verwendet wird, ist die Schlaffheit. Wenn Banknoten im Umlauf waren, führt der mechanische Verschleiß durch Falten, Handhabung und Verwendung in Geldnotenlesern zu einem Verlust an mechanischer Elastizität, der dazu führt, dass die Noten schlaff werden. Es hat sich gezeigt, dass diese "Schlaffheit" direkt mit Änderungen in der Porosität der Banknote mit mechanischem Verschleiß zusammenhängen. Die Porosität der Banknoten nimmt mit der Verwendung zu und zeigt sich in einer geringeren effektiven Elastizitätskonstante. Schlaffheit wird in einer automatisierten Sortierungsumgebung mit akustischer und Ultraschallreflexion gemessen.

003167

[87] Die Porosität von Banknoten wurde zur Bestimmung der Wirkungen von superkritischem CO_2 und erhöhten Temperaturen auf die Trägerschicht gemessen. Superkritisches CO_2 könnte ein Aufquellen des Fasernetzes verursachen, das eine Hysterese erfahren könnte und die Banknoten poröser macht. Es ist auch möglich, da Papier ein nicht im Gleichgewicht befindliches Netz ist, dass die entspannte, post-superkritische CO_2 Behandlung relativ zum Ausgangszustand verdichtet sein könnte.

[88] Die Messungen wurden mit einer im Haus gebauten transienten Gasdiffusionsvorrichtung mit Ar als Transportspezies vorgenommen. Das Ar wurde optisch an der anderen Seite der Note erfasst. Das System verwendete ein Solenoidventil zum Erzeugen eines Ausstoßes von Ar, das dann erfasst wurde, als es durch das Netz diffundierte. Im Prinzip war die Verzögerungszeit ein Maß des Produkts aus Porenfraktion und Gewundenheit. Figuren 16A und 16B zeigen die transienten Reaktionen für eine US $1 Note, die im Umlauf war, bzw. eine, die nicht im Umlauf war. Die Figuren zeigen, dass die nicht im Umlauf befindliche Note eine geringere Porosität aufweist, was sowohl zu einem verminderten Signal wie auch zu einer längeren Verzögerung relativ zu dem Ar-Puls führt, der in der gelben Spur dargestellt ist. Figuren 17A und 17B zeigen die Signale der nicht im Umlauf befindlichen Note vor und nach einer Reinigung mit superkritischem CO_2 und dass der Prozess keine Wirkung auf die Porosität und somit die Schlaffheit der Note hat.

[89] Das hier offenbarte Verfahren zum Reinigen von Banknoten kann auch zum Reinigen und Wiederherstellen anderer Materialien verwendet werden, die Bilder, Farbtexturen, Druck oder Kombinationen davon aufweisen,

ohne die Integrität der Bilder, Farbtexturen und des Drucks zu beeinträchtigen. Die Materialien können jene sein, bei welchen eine Wiederherstellung erwünscht ist, einschließlich, ohne aber darauf beschränkt zu sein, Dokumente und Grafik, wie Gemälde. Wie beim Verfahren zum Reinigen der Banknoten kann superkritisches Fluid wie CO_2 zur Entfernung von Substanzen, einschließlich, ohne aber darauf beschränkt zu sein, Kontaminanten, Schmutz, Hauttalg und Pathogene, von dem Material verwendet werden, ohne Bilder, Farbtexturen oder Druck zu beschädigen, die sich auf dem Material befinden können.

[90] Die oben stehenden Ausführungsformen und Beispiele sind veranschaulichend und es können viele Variationen bei ihnen eingeführt werden, ohne vom Wesen der Offenbarung oder um Schutzumfang der beiliegenden Ansprüche abzuweichen. Zum Beispiel können Elemente und/oder Merkmale verschiedener veranschaulichender und beispielhafter Ausführungsformen hier im Umfang dieser Offenbarung miteinander kombiniert und/oder untereinander ausgetauscht werden. Die Aufgaben der Erfindung, gemeinsam mit verschiedenen Merkmalen einer Neuartigkeit, die die Erfindung charakterisieren, sind insbesondere in den beiliegenden Ansprüchen hervorgehoben und bilden einen Teil dieser Offenbarung. Für ein besseres Verständnis der Erfindung, ihrer betrieblichen Vorteile und der speziellen Zielsetzungen, die durch ihre Anwendungen erreicht werden, sollte auf die beiliegenden Zeichnungen Bezug und Beschreibungen genommen werden, in welchen eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung dargestellt ist.

ANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Reinigen eines sicheren Instruments, das eine Trägerschicht, sichtbare Daten und ein Sicherheitsmerkmal enthält, umfassend:

   Einwirken eines superkritisches Fluids auf das sichere Instrument bei einer Temperatur und einem Druck und über einen Zeitraum, die ausreichend sind, die Trägerschicht zu reinigen und das Sicherheitsmerkmal und die sichtbaren Daten nicht zu beeinträchtigen;

   wobei das Reinigen der Trägerschicht das Entfernen einer oder mehrerer Substanz(en) von der Trägerschicht in das superkritische Fluid enthält.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die sichtbaren Daten ein Bild, Authentifizierungsinformationen oder beides umfassen.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die eine oder mehreren Substanz(en) Kontaminanten, Schmutz, Hauttalg, Pathogene oder jede Kombination von diesen umfassen.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei zumindest eine der einen oder mehreren Substanz(en) im superkritischen Fluid löslich ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Einwirken ferner ein Fließen des superkritischen Fluids durch das sichere Instrument hindurch und um dieses herum umfasst.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Fließen ein Bewegen des sicheren Instruments im superkritischen Fluid umfasst.

7. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Fließen ein Rühren des superkritischen Fluids umfasst.

8. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Fließen ein Anlegen von Ultraschallwellen durch das superkritische Fluid umfasst.

9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Reinigen eine Desinfektion umfasst.

10. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das superkritische Fluid CO_2 umfasst.

11. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das superkritische Fluid ferner eine ionische Flüssigkeit oder ein anderes Gas umfasst.

12. Verfahren nach Anspruch 1, des Weiteren umfassend ein Bestimmen der Tauglichkeit des sicheren Instruments.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das Bestimmen der Tauglichkeit umfasst: Abtasten des sicheren Instruments zum Erlangen von Informationen bezüglich einer oder mehrerer Eigenschaften des sicheren Instruments; und

    Bestimmen, ob die eine oder mehreren Eigenschaft(en) ein vorbestimmtes Kriterium oder mehrere vorbestimmte Kriterien erfüllt bzw. erfüllen.

14 Verfahren nach Anspruch 13, wobei die vorbestimmten Kriterien ein annehmbares Maß an Zerreißen umfassen.

15. Verfahren nach Anspruch 13, wobei die vorbestimmten Kriterien ein annehmbares Maß an Schlaffheit umfassen.

16. Verfahren nach Anspruch 13, wobei die vorbestimmten Kriterien ein annehmbares Maß an Kritzelei umfassen.

17. Verfahren nach Anspruch 13, wobei die vorbestimmten Kriterien ein annehmbares Maß an Verunreinigung umfassen.

18. Verfahren nach Anspruch 1 des Weiteren umfassend ein Authentifizieren des sicheren Instruments.

19. Verfahren nach Anspruch 1 des Weiteren umfassend ein Einführen eines Einfangmaterials in das superkritische Fluid zur Entfernung zumindest eines Teils der einen oder mehreren Substanz(en) aus dem superkritischen Fluid.

20. Verfahren nach Anspruch 19, wobei das Einfangmaterial ein Material mit großer Oberfläche umfasst.

21. Verfahren nach Anspruch 19, wobei das Einfangmaterial pyrogene Kieselsäure umfasst.

22. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Dauer von 30 Minuten bis 12 Stunden ist.

23. Verfahren zum Reinigen mehrerer sicherer Instrumente, wobei jedes sichere Instrument eine

Trägerschicht, sichtbare Daten und ein Sicherheitsmerkmal enthält, umfassend:

Sortieren der sicheren Instrumente anhand eines vorbestimmten Kriteriums oder mehrerer vorbestimmte Kriterien;

Einwirken eines superkritisches Fluids auf das sichere Instrument bei einer Temperatur und einem Druck und über einen Zeitraum, die ausreichend sind, die Trägerschicht zu reinigen und die Sicherheitsmerkmale und die sichtbaren Daten der sicheren Instrumente nicht zu beeinträchtigen;

wobei das Reinigen der Trägerschicht ein Entfernen einer oder mehrerer Substanz(en) aus den Trägerschichten in das superkritische Fluid enthält.

24. Verfahren nach Anspruch 23, wobei die sichtbaren Daten ein Bild, Authentifizierungsinformationen oder beides umfassen.

25. Verfahren nach Anspruch 23, wobei die eine oder mehreren Substanz(en) Kontaminanten, Schmutz, Hauttalg, Pathogene oder jede Kombination von diesen umfasst bzw. umfassen.

26. Verfahren nach Anspruch 23, wobei zumindest eine der einen oder mehreren Substanz(en) im superkritischen Fluid löslich ist.

27. Verfahren nach Anspruch 23, wobei das Einwirken des Weiteren ein Fließen des superkritischen Fluids durch die sicheren Instrumente hindurch und um diese herum umfasst.

28. Verfahren nach Anspruch 23, wobei das Reinigen eine Desinfektion umfasst.

29. Verfahren nach Anspruch 23, wobei das superkritische Fluid CO_2 umfasst.

30. Verfahren nach Anspruch 23, wobei das superkritische Fluid des Weiteren eine ionische Flüssigkeit oder ein anderes Gas umfasst.

31. Verfahren nach Anspruch 23, wobei das Sortieren ein Abtasten der sicheren Instrumente umfasst um zu bestimmen, ob eine oder mehrere Eigenschaft(en) der sicheren Instrumente ein vorbestimmtes Kriterium oder mehrere vorbestimmte Kriterien erfüllt bzw. erfüllen.

32. Verfahren nach Anspruch 31, wobei die vorbestimmten Kriterien ein annehmbares Maß an Zerreißen umfassen.

33. Verfahren nach Anspruch 31, wobei die vorbestimmten Kriterien ein annehmbares Maß an Schlaffheit umfassen.

34. Verfahren nach Anspruch 31, wobei die vorbestimmten Kriterien ein annehmbares Maß an Kritzelei umfassen.

35. Verfahren nach Anspruch 31, wobei die vorbestimmten Kriterien ein annehmbares Maß an Verunreinigung umfassen.

36. Verfahren nach Anspruch 23, des Weiteren umfassend ein Authentifizieren der sicheren Instrumente.

37. Verfahren nach Anspruch 23 des Weiteren umfassend ein Einführen eines Einfangmaterials in das superkritische Fluid zur Entfernung zumindest eines Teils der einen oder mehreren Substanz(en) aus dem superkritischen Fluid.

38. Verfahren nach Anspruch 23 des Weiteren umfassend ein Rückführen des superkritischen Fluids.

39. Vorrichtung zum Reinigen eines sicheren Instruments, das eine Trägerschicht, sichtbare Daten und ein Sicherheitsmerkmal enthält, umfassend:

eine Kammer, die ein superkritisches Fluid bei einer Temperatur und einem Druck und über einen Zeitraum enthält, die ausreichend sind, die Trägerschicht zu reinigen und das Sicherheitsmerkmal und die sichtbaren Daten des sicheren Instrumente nicht zu beeinträchtigen; und

eine Struktur zum Halten des sicheren Instruments in der Kammer, so dass das superkritische Fluid durch die sicheren Instrument hindurch und um diese herum zirkuliert, um eine oder mehreren Substanz(en) in das superkritische Fluid zu entfernen.

40. Vorrichtung nach Anspruch 39 des Weiteren umfassend einen Rührmechanismus zum Zirkulieren des superkritischen Fluids durch das sichere Instrument in der Kammer hindurch und um dieses herum.

41. Vorrichtung nach Anspruch 39, wobei die Struktur zum Halten des sicheren Instruments eine Schale umfasst.

42. Vorrichtung nach Anspruch 39, wobei die sichtbaren Daten ein Bild, Authentifizierungsdaten oder beides umfassen.

43. Vorrichtung nach Anspruch 39, wobei die eine oder mehreren Substanz(en) Kontaminanten, Schmutz, Hauttalg, Pathogene oder jede Kombination von diesen umfassen.

44. Vorrichtung nach Anspruch 39, wobei zumindest eine der einen oder mehreren Substanz(en) im superkritischen Fluid löslich ist.

45. Vorrichtung nach Anspruch 39, wobei das Reinigen eine Desinfektion umfasst.

46. Vorrichtung nach Anspruch 39, wobei das superkritische Fluid CO_2 umfasst.

47. Vorrichtung nach Anspruch 39, wobei das superkritische Fluid des Weiteren eine ionische Flüssigkeit oder ein anderes Gas umfasst.

48. Vorrichtung nach Anspruch 39, wobei das superkritische Fluid des Weiteren ein Einfangmaterial zum Entfernen zumindest eines Teils der einen oder mehreren Substanz(en) aus dem superkritischen Fluid umfasst.

49. Vorrichtung zum Reinigen mehrerer sicherer Instrumente, wobei jedes sichere Instrument eine Trägerschicht, sichtbare Daten und ein Sicherheitsmerkmal enthält, umfassend:

einen Sortierer zum Bestimmen, ob die sicheren Instrumente eine oder mehrere Eigenschaft(en)

aufweisen, die ein vorbestimmtes Kriterium oder mehrere vorbestimmte Kriterien erfüllen;

eine Struktur zum Halten sicherer Instrumente, die das vorbestimmte Kriterium oder mehrere vorbestimmte Kriterien erfüllen; und

eine Kammer, die ein superkritisches Fluid bei einer Temperatur und einem Druck und über einen Zeitraum enthält, die ausreichend sind, die Trägerschicht zu reinigen und die Sicherheitsmerkmale und die sichtbaren Daten der sicheren Instrumente nicht zu beeinträchtigen;

wobei die Struktur zum Halten der sicheren Instrumente imstande ist, in der Kammer so angeordnet zu werden, dass das superkritische Fluid durch die sicheren Instrumente hindurch und um diese herum zirkuliert, um eine oder mehreren Substanz(en) in das superkritische Fluid zu entfernen.

50. Vorrichtung nach Anspruch 49 des Weiteren umfassend einen Rührmechanismus zum Zirkulieren des superkritischen Fluids in der Kammer durch die sicheren Instrumente hindurch und um diese herum.

51. Vorrichtung nach Anspruch 49, wobei die Struktur zum Halten der sicheren Instrumente eine Schale umfasst.

52. Vorrichtung nach Anspruch 49, wobei die sichtbaren Daten ein Bild, Authentifizierungsdaten oder beides umfassen.

53. Vorrichtung nach Anspruch 49, wobei die eine oder mehreren Substanz(en) Kontaminanten, Schmutz,

Hauttalg, Pathogene oder jede Kombination von diesen umfassen.

54. Vorrichtung nach Anspruch 49, wobei zumindest eine der einen oder mehreren Substanz(en) im superkritischen Fluid löslich ist.

55. Vorrichtung nach Anspruch 49, wobei das Reinigen eine Desinfektion umfasst.

56. Vorrichtung nach Anspruch 49, wobei das superkritische Fluid CO_2 umfasst.

57. Vorrichtung nach Anspruch 49 wobei das superkritische Fluid des Weiteren eine ionische Flüssigkeit oder ein anderes Gas umfasst.

58. Vorrichtung nach Anspruch 49 wobei das superkritische Fluid des Weiteren ein Einfangmaterial zum Entfernen zumindest eines Teils der einen oder mehreren Substanz(en) aus dem superkritischen Fluid umfasst.

59. Vorrichtung nach Anspruch 49, wobei die vorbestimmten Kriterien ein annehmbares Maß an Zerreißen umfassen.

60. Vorrichtung nach Anspruch 49, wobei die vorbestimmten Kriterien ein annehmbares Maß an Schlaffheit umfassen.

61. Vorrichtung nach Anspruch 49, wobei die vorbestimmten Kriterien ein annehmbares Maß an Kritzelei umfassen.

62. Vorrichtung nach Anspruch 49, wobei die vorbestimmten Kriterien ein annehmbares Maß an Verunreinigung umfassen.

63. Vorrichtung nach Anspruch 49, wobei die vorbestimmten Kriterien sind, ob das sichere Instrument authentisch ist.

64. Verfahren zum Wiederherstellen eines Materials, das zumindest eines von einem Bild, Farbtexturen und Druck enthält, umfassend:

Einwirken eines superkritischen Fluids auf das Material bei einer Temperatur und einem Druck und über einen Zeitraum, die ausreichend sind, das Material zu reinigen und das Bild, die Farbtexturen und den Druck nicht zu beeinträchtigen;

wobei ein Reinigen des Materials ein Entfernen einer oder mehrerer Substanz(en) aus dem Material in das superkritische Fluid enthält.

65. Verfahren nach Anspruch 64, wobei das Material ein Dokument ist, das einen Druck enthält.

66. Verfahren nach Anspruch 64, wobei das Material eine Grafik ist.

67. Verfahren nach Anspruch 66, wobei die Grafik ein Gemälde mit Farbtexturen enthält.

68. Verfahren nach Anspruch 64, wobei die eine oder mehreren Substanz(en) Kontaminanten, Schmutz, Hauttalg, Pathogene oder jede Kombination von diesen enthält bzw. enthalten.

69. Verfahren nach Anspruch 64, wobei das superkritische Fluid CO_2 umfasst.

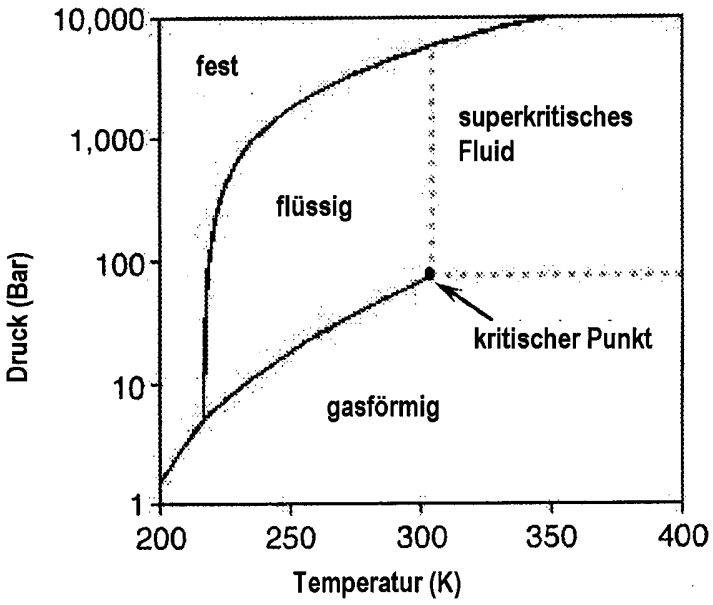

10,000
1,000
100
10
1
Druck (Bar)
fest
flüssig
gasförmig
superkritisches
Fluid
kritischer Punkt
200
250
300
350
400
Temperatur (K)

FIG. 1

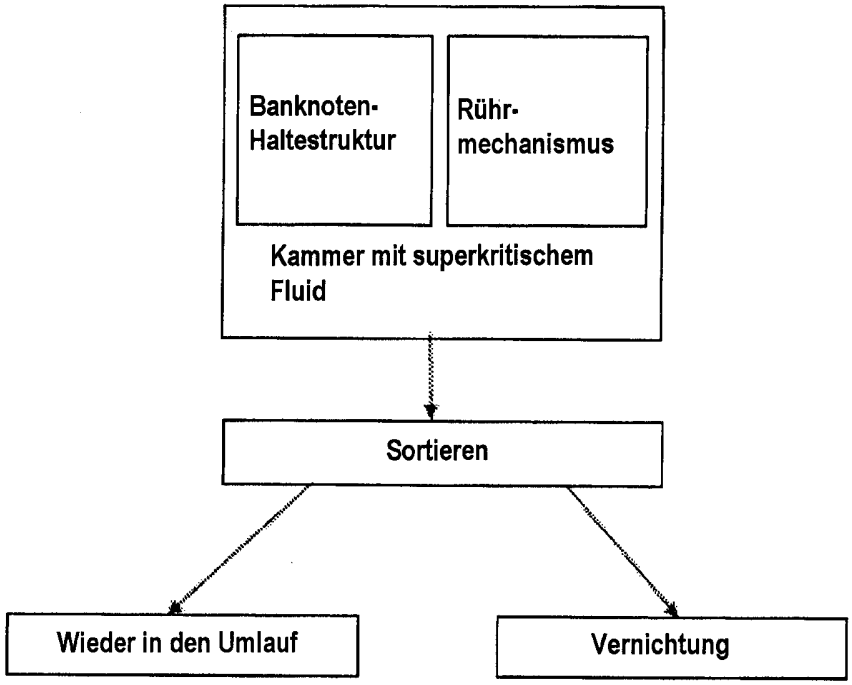

Banknoten-
Haltestruktur
Rühr-
mechanismus
Kammer mit superkritischem
Fluid
Sortieren
Wieder in den Umlauf
Vernichtung

FIG. 2

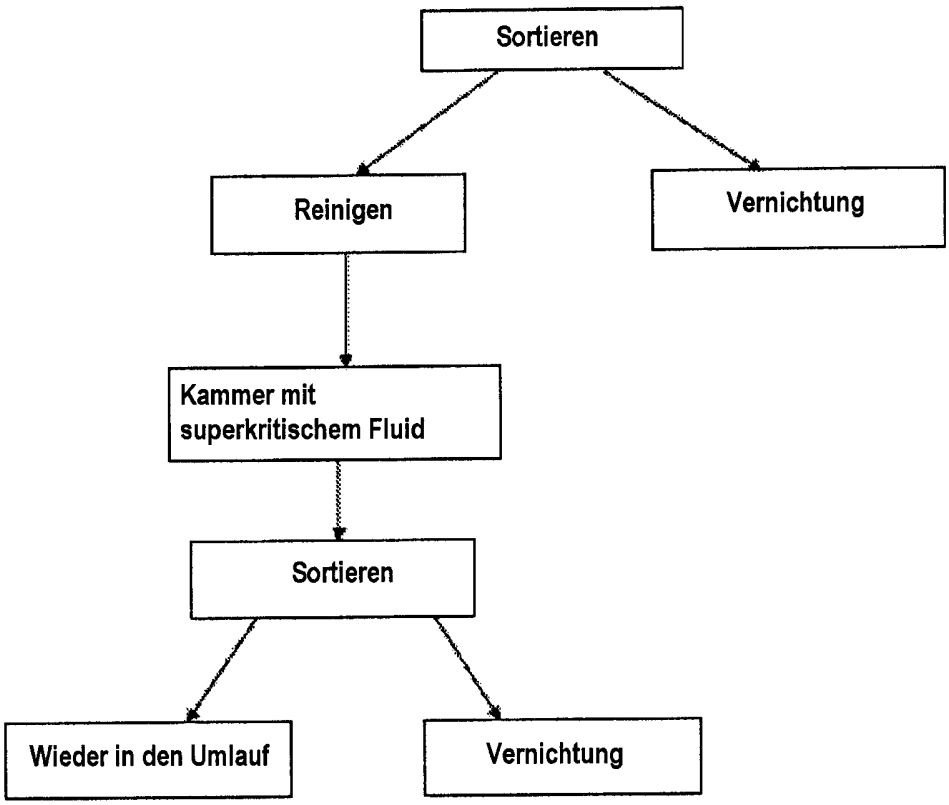

Sortieren
Reinigen
Vernichtung
Kammer mit
superkritischem Fluid
Sortieren
Wieder in den Umlauf
Vernichtung

FIG. 3

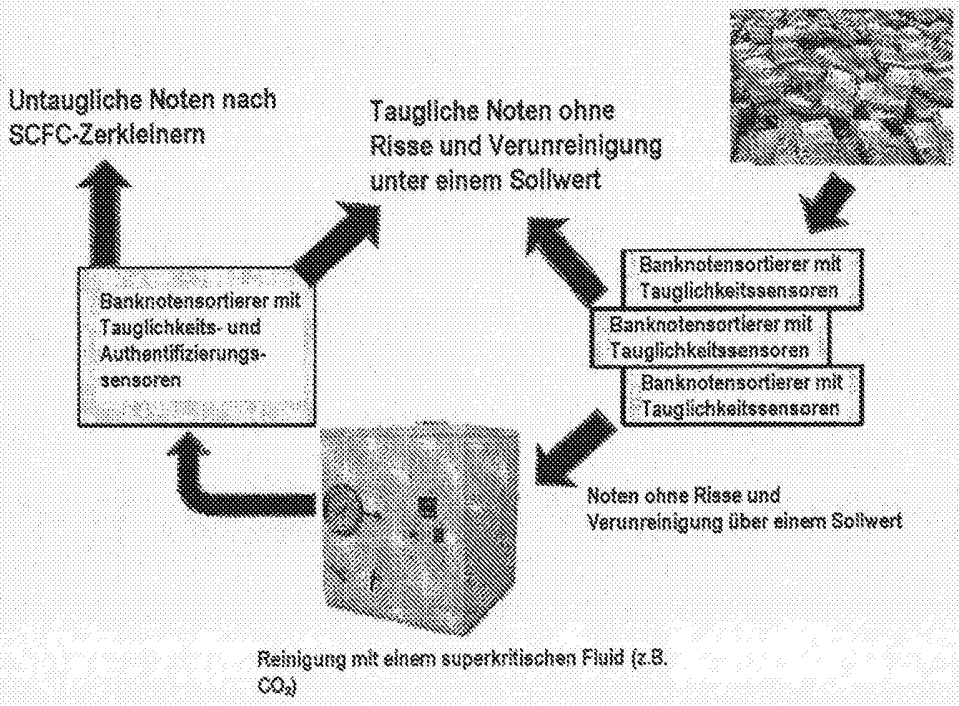

Untaugliche Noten nach SCFC-Zerkleinern
Taugliche Noten ohne Risse und Verunreinigung unter einem Sollwert
Banknotensortierer mit Tauglichkeits- und Authentifizierungs-sensoren
Banknotensortierer mit Tauglichkeitssensoren
Banknotensortierer mit Tauglichkeitssensoren
Banknotensortierer mit Tauglichkeitssensoren
Noten ohne Risse und Verunreinigung über einem Sollwert
Reinigung mit einem superkritischen Fluid (z.B. CO_2)

FIG. 4

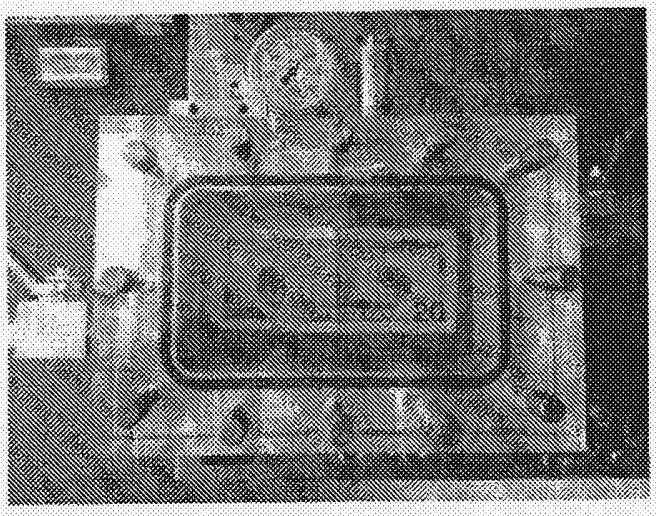


FIG. 5



FIG. 6

FIG. 7A

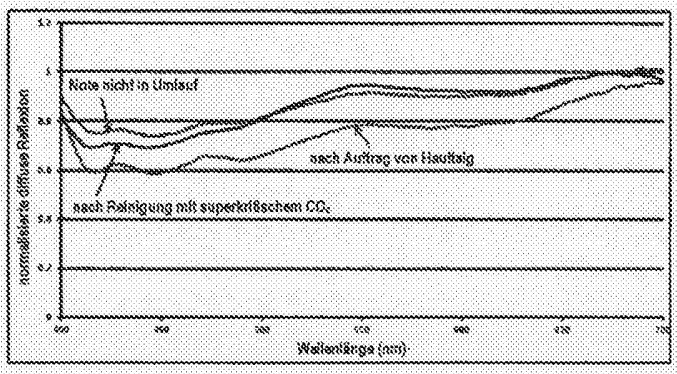

Note sicht in Umlauf
nach Auftrag von Hautfett
nach Reinigung mit superkritischem CO2
normalisierte diffuse Reflektion
Wellenlänge (nm)

FIG. 7B

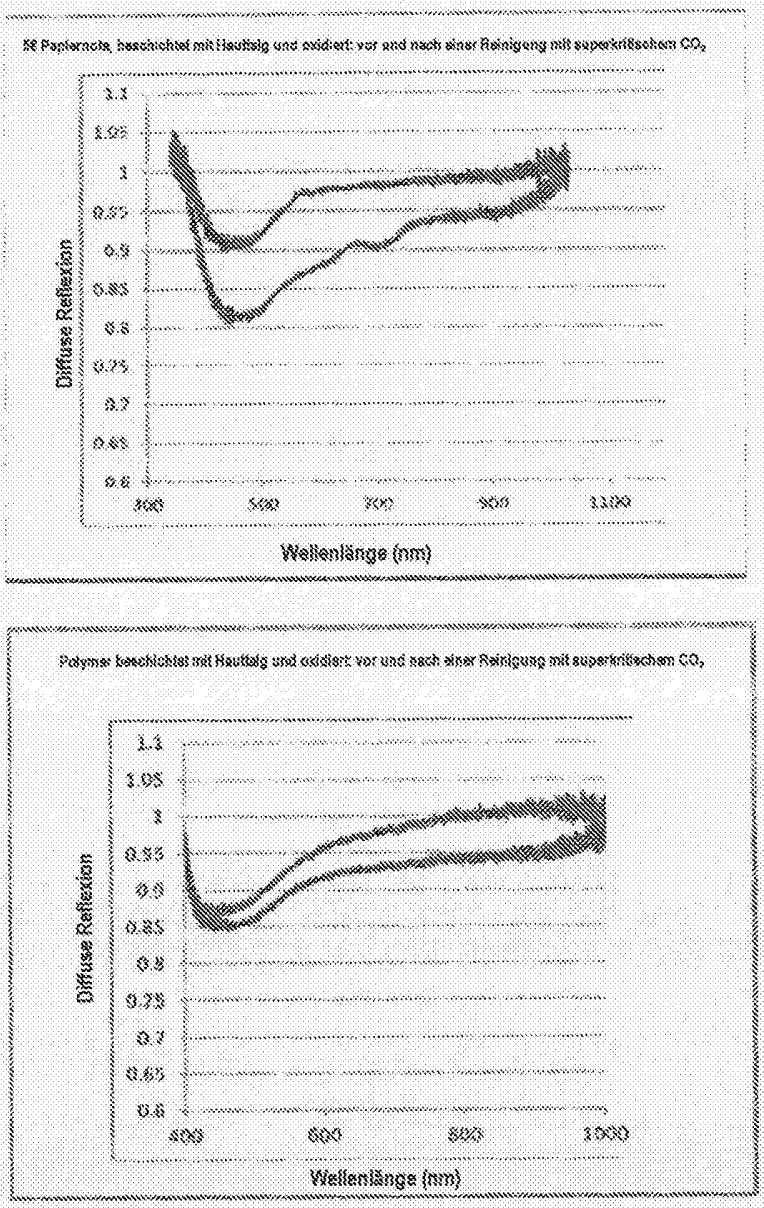

Diffuse Reflexion
Wellenlänge (nm)
Polymer beschichtet mit Hautöl und oxidiert: vor und nach einer Reinigung mit superkritischem CO2
Diffuse Reflexion
Wellenlänge (nm)

FIG. 8



FIG. 9

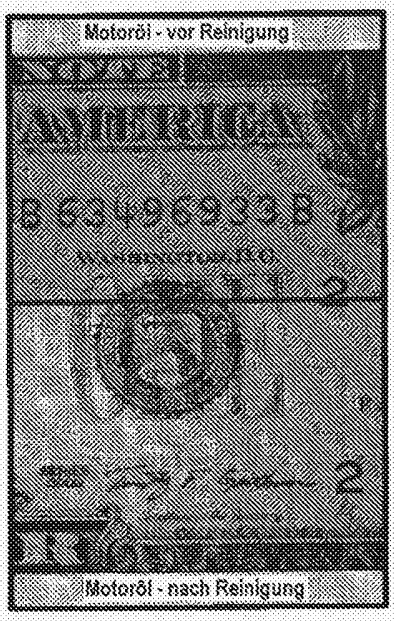


FIG. 10A

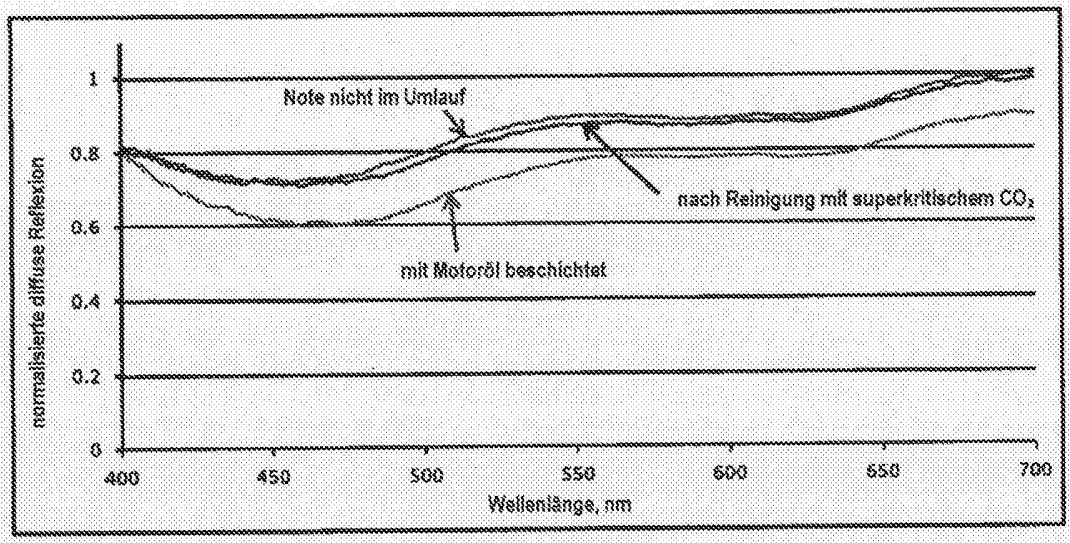


FIG. 10B

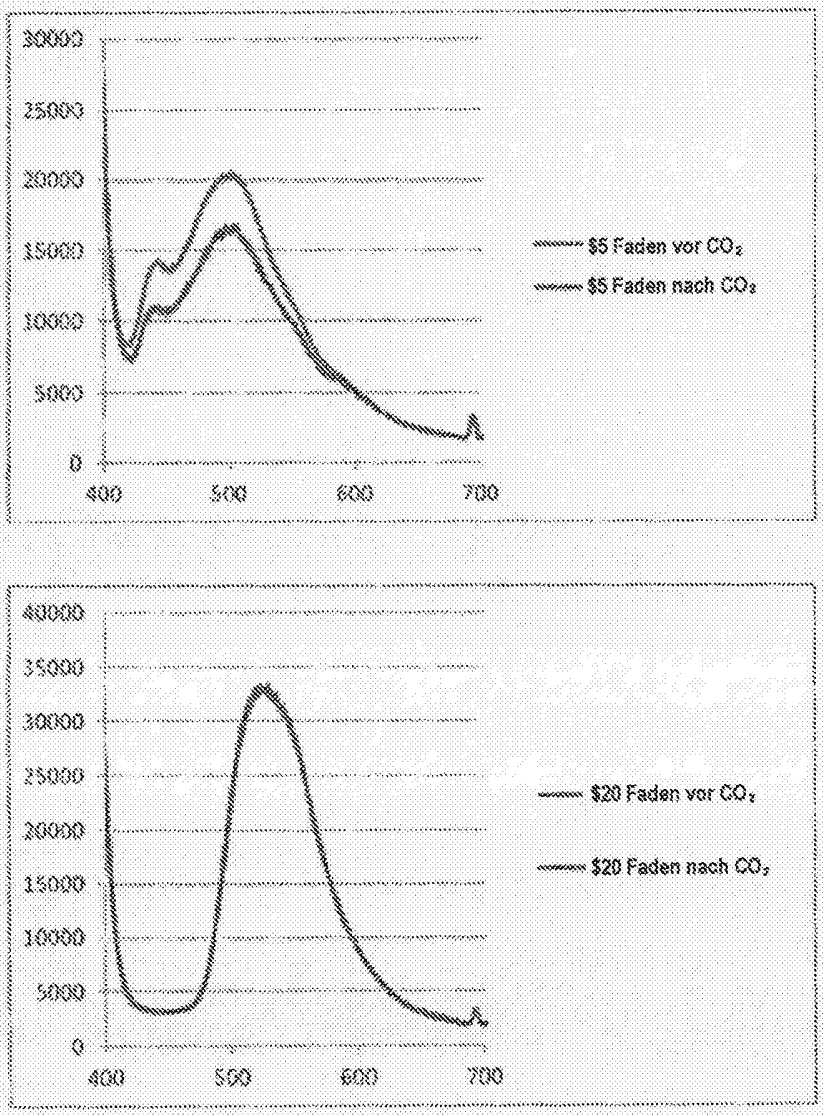

30000
25000
20000
15000
10000
5000
0
400
500
600
700
$5 Faden vor CO2
$5 Faden nach CO2
40000
35000
30000
25000
20000
15000
10000
5000
0
400
500
600
700
$20 Faden vor CO2
$20 Faden nach CO2

FIG. 11

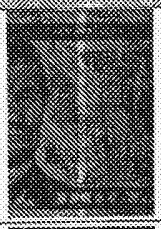
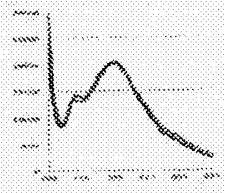
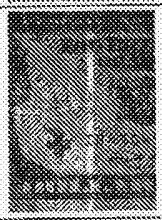
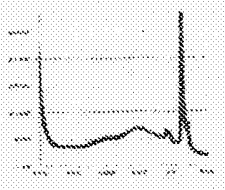
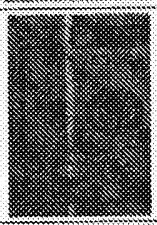
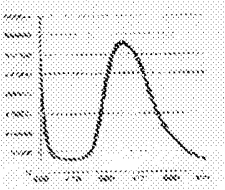
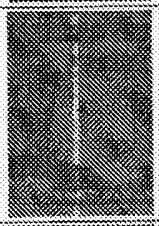
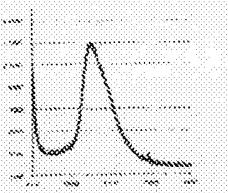
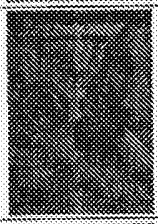
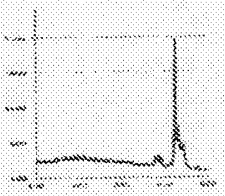
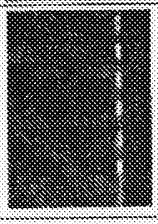
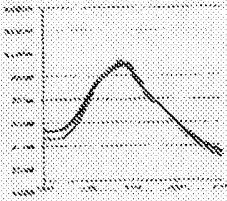
Nennwert		Spektren vor und nach Reinigung
US $5		
US $10		
US $20		
US $50		
US $100		
50 Rupie - Sicherheitsfaden		

FIG. 12

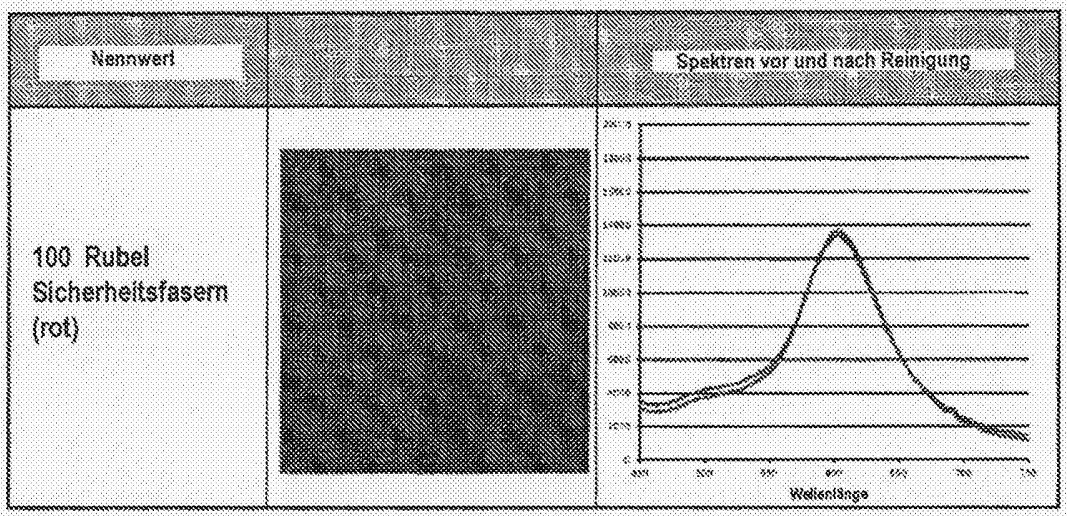

Nennwert
Spektren vor und nach Reinigung
100 Rubel
Sicherheitsfasern
(rot)
Wellenlänge

FIG. 13

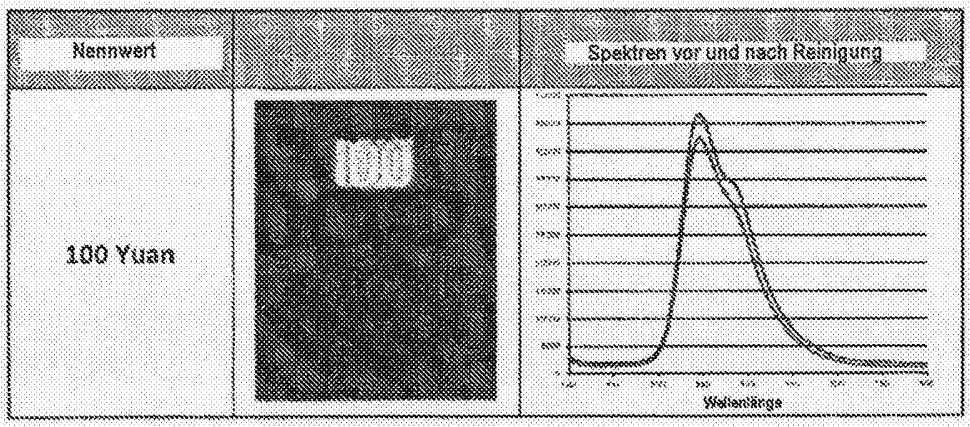

Nennwert
Spektren vor und nach Reinigung
100 Yuan
Wellenlänge

FIG. 14

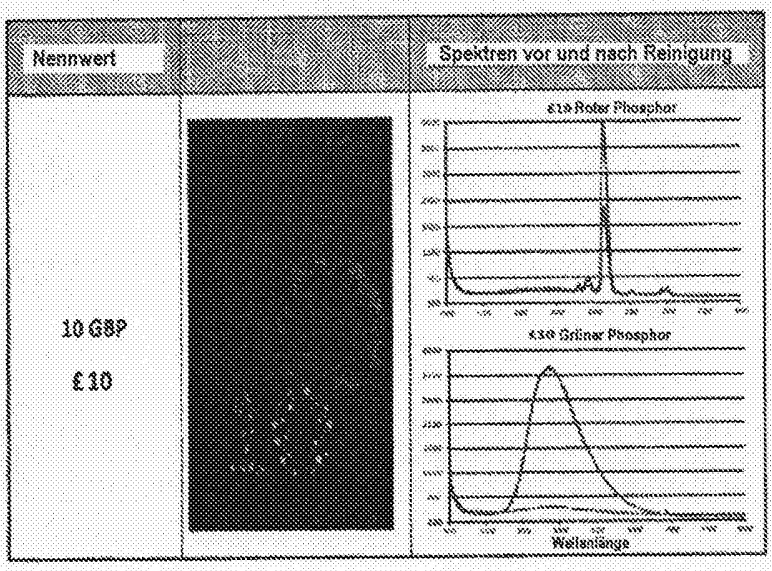

Nennwert
Spektren vor und nach Reinigung
10 GBP
£10
Wellenlänge

FIG. 15

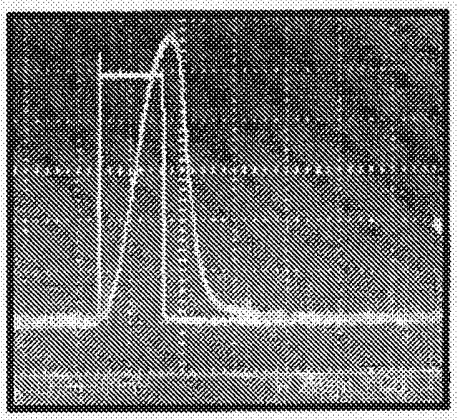


FIG. 16A

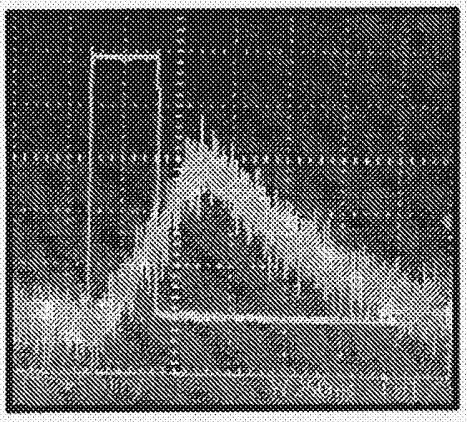
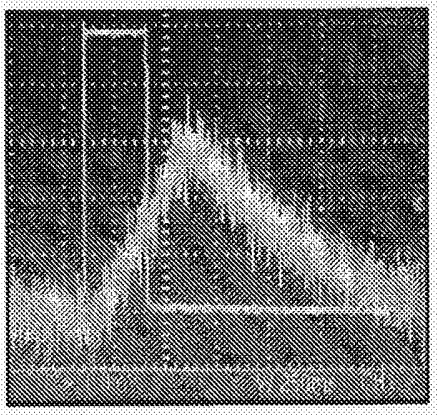
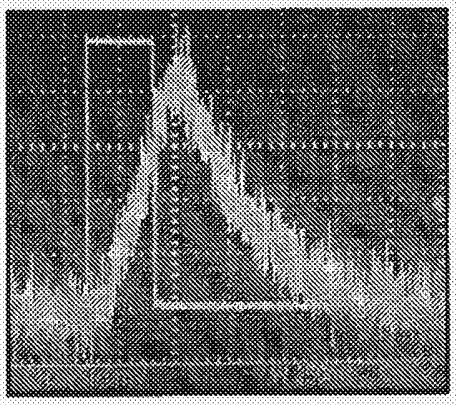


FIG. 16B



vor SCCO2

FIG. 17A



nach SCCO2

FIG. 17B