

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. November 2010 (25.11.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/133204 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G06K 9/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2010/000534

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. Mai 2010 (17.05.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 022 147.6 20. Mai 2009 (20.05.2009) DE
10 2009 023 756.9 4. Juni 2009 (04.06.2009) DE
10 2009 041 757.5 4. Juni 2009 (04.06.2009) DE

(72) Erfinder; und

(71) Anmelder : SCHOLZEN, Werner [DE/DE]; Feldstrasse 22, 40721 Hilden (DE).

(74) Anwalt: MEYER-THAMER, Ralf; Untere Strasse 91, 41068 Mönchengladbach (DE).

KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

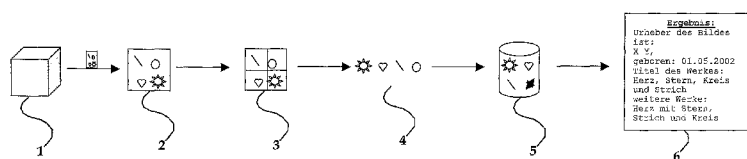
— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,

(54) Title: APPARATUS AND METHOD FOR IDENTIFYING THE CREATOR OF A WORK OF ART

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR IDENTIFIZIERUNG DES URHEBERS EINES KUNSTWERKES

FIG. 1



Ergebnis = Result:
Urheber des Bildes ist = Creator of the painting is:
geboren = born on
Titel des Werkes = Title of the work
Herz, Stern, Kreis und Strich = Heart, star, circle and line
weitere Werke = Additional works
Herz mit Stern, Strich und Kreis = Heart with star, line and circle

(57) Abstract: Method for determining the creator of a painting, wherein the method has at least the following steps: - converting the painting to be examined or parts of the painting to be examined into at least one data record with the aid of a digitizing means, in particular a scanner, - analysing the data record(s) and determining characteristic features or parts of characteristic features, in particular dots or lines, or groups of dots or lines or patterns, which are contained in the data record in digitized form, wherein the characteristic features to be determined are stored in a database, - and wherein the database has an additional associated data record for each of these stored characteristic features.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Bestimmung des Urhebers eines Bildes, wobei das Verfahren mindestens die folgenden Schritte aufweist: - Überführung des zu prüfenden Bildes oder Teilen des zu prüfenden Bildes mit Hilfe eines Digitalisierungsmittels, insbesondere eines Scanners, in mindestens einen Datensatz, - Analyse des/der Datensatzes/sätze und Bestimmung von charakteristischen Merkmalen oder Teilen von charakteristischen Merkmalen, insbesondere Punkte oder Linien oder Punkt- oder Liniengruppen oder Mustern, die digitalisiert in dem Datensatz enthalten sind, wobei die zu bestimmenden charakteristischen Merkmale in einer Datenbank hinterlegt sind, - und wobei die Datenbank zu jedem dieser hinterlegten charakteristischen Merkmale einen zusätzlichen zugeordneten Datensatz aufweist.

WO 2010/133204 A1

VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR IDENTIFIZIERUNG DES URHEBERS EINES KUNSTWERKES

Die vorliegende Erfindung betrifft Vorrichtungen und Verfahren zum Nachweis der Herkunft und der Urheberschaft von Bildern.

In der Kunstwelt ist die Herkunft eines Kunstwerkes, also die Zuordnung des jeweiligen Werkes zu einem Künstler, von einer enorm wichtigen Bedeutung, sowohl zur Feststellung der eigentlichen Urheberschaft und zur Beurteilung des Wertes eines Werkes, als auch aus kunsthistorischer Sicht. Der Künstler besitzt als Urheber des Kunstwerkes sehr weitgehende Rechte an diesem Kunstwerk, die ihm auch nach dem Verkauf des Kunstwerkes nicht verloren gehen. Des weiteren sind auch die Kunstgeschichtler an der wahren Herkunft eines Kunstwerkes interessiert, da in vielen Fällen, insbesondere bei älteren Werken, der Künstler dieser Werke nicht zweifelsfrei bestimmt werden kann. Dies kann entweder an einer fehlenden oder gefälschten Signatur liegen oder daran, daß bedeutende Meister eine Menge an gelehrigen Schülern besaßen, die sie mit der Ausarbeitung von Teilen oder auch ganzen Kunstwerken beauftragten, welche dann aber trotzdem von den Künstlern signiert wurden. Rembrandt stellt solch ein bedeutendes Beispiel dar. In diesen Fällen wird sogar ein auf hohem technischen Standart basierender Untersuchungsapparat eingesetzt, der zur Überprüfung der Kunstwerke herangezogen wird. So ist das Röntgen von Bildern keine Seltenheit und es wird auch oftmals Infrarotstrahlung zur Erkennung von Wasserzeichen der Papiermühlen angewandt. Mit UV-Licht beschienene Materialien fluoreszieren in verschiedenen Farben und geben somit Aufschluss über das dem Kunstwerk zugrunde liegende Material. Hieraus lassen sich auch Rückschlüsse über den jeweiligen Künstler ableiten. Weitere Methoden zur Bestimmung von Fälschungen sind die Thermoluminiszenzanalyse, aufwendige chemische Analysen oder das Prüfen der Kunstwerke unter einem Mikroskop.

BESTÄTIGUNGSKOPIE

Doch diese Methoden sind sehr aufwendig und müssen zudem an geeigneten Örtlichkeiten, meist Laboratorien, durchgeführt werden, also Örtlichkeiten, die so beschaffen sind, daß durch die Strahlung keine gesundheitlichen Schäden an dem Personal hervorgerufen werden, oder klimatisch geregelte Räumlichkeiten, die dem Zustand des Bildes Sorge tragen.

Andererseits können Kunstexperten oftmals allein mit ihrem geschulten Auge den Urheber eines Kunstwerkes, insbesondere eines Bildes, bestimmen. Die Fähigkeit der Zuordnung eines Künstlers als Urheber zu einem bestimmten Bild haben sie sich im Laufe ihrer Ausbildungs- und Arbeitstätigkeit angeeignet. So sind Farbauftrag, Linienführung und Pinselduktus einige Merkmale, welche den Künstler charakterisieren und eine Identifikation seiner Werke erleichtern. Als Pinselduktus bezeichnet man im Allgemeinen die Strichführung in der Malerei. Er kann die Wichtigkeit der einzelnen Bereiche des Bildes für den jeweiligen Künstler ausdrücken. So kann bei einem Bild beispielsweise die Linienführung im Gesicht feiner ausgestaltet sein, als der Duktus der Linienführung, den der Künstler bei der Kleidung aufwendete. Hieran kann man erkennen, daß der Künstler eben besonderen Wert auf die Gestaltung des Gesichtsausdruckes oder das Gesicht selbst gelegt hat. Der Pinselduktus ist somit die persönliche Handschrift eines Künstlers. Er kann unter anderen Merkmalen auch die Pinselführung, die Linienführung, die Leichtigkeit und die Festigkeit des Pinseldruckes umfassen. Ein Kunstwerk, insbesondere ein Bild, ist mit Hilfe dieser persönlichen Handschrift des Künstlers, also des Urhebers, zu identifizieren und sodann dem richtigen Urheber zuzuordnen. Dies ist zur Zeit nur mit Hilfe von einer Inaugenscheinnahme des Bildes durch einen Kunstsachverständigen möglich. Hierbei muss der Kunstsachverständige das Bild genauestens studieren und sorgfältig prüfen. Ein solcher Vorgang ist zeitaufwendig und meist sehr teuer, da die Kunstsachverständigen hochqualifizierte Experten sind.

Daher ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Vorrichtung und ein Verfahren bereitzustellen, welche einem vorgegebenen Bild aus einer Menge von ebenfalls vorgegeben Künstlern, denjenigen Künstler zuordnet, der das Bild geschaffen hat.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur Bestimmung des Urhebers eines Bildes, wobei das Verfahren mindestens die folgenden Schritte aufweist:

- Überführung des zu prüfenden Bildes oder von Teilen des zu prüfenden Bildes mit Hilfe eines Digitalisierungsmittels, insbesondere eines Scanners, in mindestens einen Datensatz,

- 3 -

- Analyse des/der Datensatzes/sätze und Bestimmung von charakteristischen Merkmalen oder Teilen von charakteristischen Merkmalen, insbesondere Punkte oder Linien oder Punkt- oder Liniengruppen oder Mustern, die digitalisiert in dem Datensatz enthalten sind, wobei die zu bestimmenden charakteristischen Merkmale in einer Datenbank hinterlegt sind,
- und wobei die Datenbank zu jedem dieser hinterlegten charakteristischen Merkmale einen zusätzlichen zugeordneten Datensatz aufweist.

Bei diesem erfindungsgemäßen Verfahren wird Fachwissen vom Kunstsachverständigen über eine Datenbank abgerufen. Es liegt nur an der jeweiligen Zugriffsgeschwindigkeit auf diese Datenbank und den zur Suche in der Datenbank verwendeten Algorithmus, sowie der Größe der zu untersuchenden Datensätze und natürlich der Menge der relevanten Datensätze in der Datenbank, wie schnell hier ein Ergebnis präsentiert werden kann. Bestimmung von charakteristischen Merkmalen in dem Datensatz im Sinne dieser Anmeldung ist als Erkennen charakteristischer Merkmale in dem Datensatz (und dann natürlich im Endeffekt in dem zu prüfenden Bild) oder als Identifizieren (Auffinden) charakteristischer Merkmale in dem Datensatz zu verstehen.

Die Überführung des Bildes oder von Teilen des Bildes in mindestens einen Datensatz mit Hilfe eines Digitalisierungsmittels bedeutet in den meisten Fällen das Einscannen des Bildes mit einem Scanner. Es ist aber auch möglich, eine entsprechende Digitalkamera einzusetzen. Dies hat den Vorteil, daß die Digitalisierung mit Hilfe der Kamera auch unterwegs vorgenommen werden kann. Dies stellt einen einfachen und sogleich schnellen Weg dar, unter Gewährleistung großer Mobilität, die digitalisierten Daten zu erlangen, vor allem ohne Transport des Kunstwerkes, also direkt am Ausstellungsort. Ein Scanner stellt ebenso ein solches Datenerfassungsgerät dar, welches ein Objekt, insbesondere ein Bild, auf systematische und regelmäßige Weise abtastet oder vermisst. Man erzeugt hierbei mit einer Vielzahl von Einzelmessungen ein Gesamtbild des zu scannenden Objektes oder von Teilen hiervon. Bei dreidimensionalen Kunstwerken kann ein 3D-Scanner seine Anwendung finden. Mit den sogenannten Cruse-Scannern, in welchen mit Synchronlicht die Bildvorlage beleuchtet wird, und wobei das dann reflektierte Licht über eine Linse gebündelt wird, kann sogar die absolute Farbtreue und Genauigkeit des eingescannten Bildes mit der Bildvorlage gewährleistet werden. Bei einfachen Zeichnungen kann dies sogar ein

handelsüblicher Scanner sein, der vorteilhafterweise eine sehr gute Aufnahmequalität (der Ausdruck „sehr gute Aufnahmequalität“ ändert sich im Laufe der Zeit, da die aktuelle neue Generation von Scannern eine immer bessere Aufnahme- bzw. Auflösung haben kann) aufweist. Die durch das Scannen erzeugten Datensätze können je nach der eingestellten Auflösung auch bei kleinen Scanvorlagen eine große Speicherkapazität verlangen. Aber diese Vorgabe, nämlich das Bereitstellen großer Speichermedien, ist bei den heutigen Möglichkeiten zur Speicherung durchaus kostengünstig zu realisieren.

Die nun gemäß des erfinderischen Verfahrens vorzunehmende Analyse, der durch das Scannen erhaltenen Datensätze, und die Bestimmung der charakteristischen Merkmale, die natürlich in ihrer digitalen Form in dem Datensatz vorliegen, erfolgt mit Hilfe der in der Datenbank hinterlegten Mustervorlagen der charakteristischen Merkmale. Diese Mustervorlagen werden mit dem zu prüfenden Bild verglichen, ob diese Mustervorlagen, entweder in identischer Form oder mit einer großen Ähnlichkeit in dem zu prüfenden Bild zu finden sind.

Die Bestimmung oder das Erkennen dieser charakteristischen Merkmale, insbesondere Punkte oder Linien oder Punkt- oder Liniengruppen oder Mustern, in dem zu prüfenden Bild, verlangt die Fähigkeit in einer Menge von Daten Regelmäßigkeiten, Wiederholungen, Ähnlichkeiten oder Gesetzmäßigkeiten zu erkennen, wobei die Erkennung von Ähnlichkeiten die größten Erfolgsaussichten aufweist. Eine solche Fähigkeit kann mit Hilfe der Methoden der Mustererkennung bereitgestellt werden. Weitere charakteristische Merkmale können Kanten, Farbkanten, der Verlauf von Farben, also der Farbverlauf und der Pinselstrich selbst sein.

Grundsätzlich wird das eingescannte und zu prüfende Bild einer Bildanalyse unterzogen, die nachfolgend inklusive ihrer vorbereitenden Schritte beschrieben ist. Diese Analyse erleichtert den darauf folgenden Vergleich mit den in der Datenbank vorliegenden Mustern sehr.

Nach der Digitalisierung wird das zu prüfende Bild einem Vorbereitungsschritt unterzogen. In diesem Schritt wird unter anderem das Bild normiert, damit es später mit den zu vergleichenden Mustern abgeglichen werden kann. Wenn es notwendig ist, können auch durch die Anwendung von Filtern störende Unreinheiten unterdrückt werden. Es auch möglich die Farben des Bildes in Grautöne zu konvertieren, falls dies bei den nachfolgenden Schritten hilfreich sein sollte.

Hiernach kann das Bild in Segmente unterteilt werden, so können homogene Bereiche, also Bereiche mit beispielsweise gleicher Textur oder gleicher Farbe, speicherplatzsparend zusammengefasst werden.

Danach wird die Merkmalsextraktion vorgenommen. Grundsätzlich sind die Verfahren zur Merkmalsgewinnung meistens Verfahren, die bestenfalls durch Intuition gewonnen werden oder die auf der langjährigen Erfahrung eines Fachmanns beruhen. Wichtige Merkmale können zu Merkmalsvektoren verarbeitet werden. Merkmale in den Bildern können Geraden, Kreisbögen, Kreise, Ellipsen oder andere geometrisch beschreibbare Gruppen sein. Aus mehreren dieser Merkmale oder auch aus einem Merkmal allein kann das charakteristische Merkmal, welches dem Urheber zugeordnet werden kann, bestehen.

Die so extrahierten Merkmale und Muster werden in einem weiteren Schritt klassifiziert, also einem Klassifikationsverfahren unterzogen. Das Klassifikationsverfahren oder auch der Klassifikator genannt, teilt die extrahierten Merkmale und Muster in Klassen ein. Klassifikationsverfahren sind schon im Stand der Technik bekannt. Dort sind manuelle, automatische, numerische und nicht-numerische statistische und verteilungsfreie oder auch dimensionierte und lernende Verfahren bekannt. Es sind auch noch weitere Verfahren bekannt, so daß die oben angegebene Liste nicht einschränkend zu verstehen ist. Hier kann die Klassifikation beispielsweise mit Hilfe eines Bayes-Klassifikators vorgenommen werden. Dieser Klassifikator ordnet jedes Merkmal genau der Klasse zu, zu der es mit der größten Wahrscheinlichkeit gehört.

Auf der Grundlage dieser Klassifikation kann nun die eigentliche Bildanalyse stattfinden, in der nun die Bilderkennung oder die Bildinterpretation stattfindet. Hier ist in einem ersten Schritt nur das, was relevant ist, zu sehen, in einem zweiten Schritt wird dann zusätzlich die Beziehung der Merkmale untereinander gewichtet.

Die so erkannten und analysierten Merkmale werden mit den charakteristischen Merkmalen, die in der Datenbank vorliegen, verglichen. Werden hier eine oder gar mehrere Übereinstimmungen erzielt, so kann zusätzlich zu den Namen des Urhebers noch ein zugeordneter Datensatz mit der weiteren Informationen über den Urheber des Bildes herausgegeben werden.

In einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist diese dadurch gekennzeichnet, daß die Auflösung des Digitalisierungsmittels, vorzugsweise eines Scanners, frei eingestellt werden kann. Durch diese Möglichkeit kann sowohl dem jeweiligen Kunstwerk, als auch der endgültig zu bearbeitenden Datenmenge, die durch den Digitalisierungsvorgang entstanden ist, Rechnung getragen werden.

Bevorzugt ein Künstler bei der Schaffung seiner Werke eine filigrane Technik, welche sich durch dünne und womöglich noch eine sehr leichte Linienführung auszeichnet, so ist es notwendig zur Durchführung der Bildanalyse einen hohen Auflösungsmodus zu wählen, damit auch noch feinste und kleinste Details digitalisiert und anschließend untersucht werden können. In anderen Fällen, beispielsweise einem Werk, welches z. Bsp. aus einer Anzahl von wenigen einfarbigen Quadraten auf einer großflächigen Leinwand besteht, ist zwar die Aussagekraft des Kunstwerkes sehr hoch, die durch die Digitalisierung des Werkes erhaltene Information ist aber überschaubar und kann mit nur einer geringen Datenmenge vollständig erfasst werden.

In einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird zur Analyse und Bestimmung der charakteristischen Merkmale in dem zu prüfenden Bild oder in Teilen des zu prüfenden Bildes auch das Hough-Verfahren verwendet. Bei dem Hough-Verfahren handelt es sich um ein Verfahren, welches auf der gleichnamigen Transformation, nämlich der Hough-Transformation beruht. Diese ist zur Erkennung von Geraden, Ellipsen und anderen geometrischen Objekten geeignet. Aus diesen Objekten bestehen oder setzen sich die aufzufindenden charakteristischen Merkmale zusammen. Bei dem Hough-Verfahren handelt es sich zudem noch um ein sehr robustes Verfahren, mit dem in einem verrauschten Bild, also einem Bild, in dem die geometrischen Objekte nicht klar und deutlich zu erkennen sind, immer noch die Strukturen von Linien identifiziert werden können. So können nicht nur vollständige Linien, sondern auch Liniensegmente oder andere Segmente und Teile der geometrischen Objekte bestimmt werden.

In einer weiteren ganz besonderes bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist diese dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren in einem weiteren Schritt Referenzmerkmale der charakteristischen Merkmale oder von Teilen der charakteristischen Merkmale, die in dem Datensatz enthalten sind, bestimmt, wobei die Referenzmerkmale der charakteristischen Merkmale entweder schon in der Datenbank hinterlegt sind oder während des laufenden

Verfahrens erzeugt werden. Das Referenzmerkmal zu einem charakteristischen Merkmal im Sinne dieser Anmeldung wird durch eine Veränderung des charakteristischen Merkmals aus eben diesem erzeugt. Für das menschliche Auge sind nur geringfügige Abweichungen zwischen dem Referenzmerkmal und dem charakteristischen Merkmal zu erkennen. Durch die Bestimmung der Referenzmerkmale in dem zu prüfenden Bild lassen sich nun auch kleinere und geringfügige Abweichungen in den charakteristischen Merkmalen, die immer vorkommen können, erkennen und hierdurch entstehende Fehler bei der Zuordnung des Werkes zu dem Urheber vermeiden. Ein Künstler weist natürlich seine ihn charakterisierende persönliche Handschrift auf, er zeichnet oder malt bestimmte Formen immer ähnlich oder sogar bestenfalls fast identisch. Aber es liegen immer Abweichungen in den gezeichneten oder gemalten Formen vor. Diese Abweichungen gilt es zu erkennen und gegebenenfalls, auch als charakteristische Merkmale in dem zu prüfenden Bild zu bestimmen. Die Erzeugung der Referenzmerkmale werden mit Hilfe eines Bildbearbeitungsmoduls erzeugt. Solche Bildbearbeitungsmodule sind im Stand der Technik bekannt. Es werden also beispielsweise und nicht einschränkend zu verstehen, einzelne Linien, Kurven, Geraden, Winkel oder auch sogar ganze geometrisch zusammenhängende Figuren manipuliert, wobei die charakteristischen Merkmale oder Teile der charakteristischen Merkmale den Ausgangspunkt für diese Manipulationen bilden.

In einem ganz einfachen Fall werden die charakteristischen Merkmale oder Teile der charakteristischen Merkmale einfach nur vergrößert oder verkleinert, wobei es durchaus der Fall sein kann, daß mehr als ein charakteristisches Merkmal oder ein Teil hiervon bearbeitet werden. Es ist sogar möglich, einerseits einen Teil des charakteristischen Merkmals zu vergrößern, andererseits einen anderen Teil aber zu verkleinern.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden die Referenzmerkmale durch Strecken oder Stauchen des jeweiligen charakteristischen Merkmals oder mindestens eines Teiles des charakteristischen Merkmals erzeugt. Bei dieser Ausführungsform wird das charakteristische Merkmal, im Gegensatz zu der oben genannten letzten Ausführungsform der Erfindung, stärker verfremdet. Eine solche Manipulation kann aber durchaus zu einem positiven Ergebnis führen, falls das charakteristische Merkmal aufgrund der vorliegenden Bildgeometrie dieses zu prüfenden Bildes eine Stauchung oder Streckung bei der Erstellung des Werkes erzwungen hatte. Weiterhin gilt bei diesen Manipulationen der

charakteristischen Merkmale oder Teilen dieser, daß ein Teil gestaucht, ein anderer Teil aber gestreckt werden kann.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird mindestens ein Referenzmerkmal durch Änderung einer Linienkrümmung erzeugt.

In einer anderen Ausführungsform wird das Referenzmerkmal durch Änderung eines Winkels zwischen mindestens zwei Linien des jeweiligen charakteristischen Merkmals erzeugt.

Alle diese Manipulationen, die vorgenommen werden, dürfen nicht den eigentlichen Charakter der charakteristischen Merkmale so verändern, daß diese ihrem eigentlichen Zweck, nämlich die Zuordnung eines Urhebers zu einem Kunstwerk, nicht mehr dienen können. Allerdings sind zu den aufgezählten Änderungen der charakteristischen Merkmale noch weitere andere Manipulationen denkbar, um mögliche Referenzmerkmale zu erzeugen.

Es steht weiterhin außer Frage, daß das vorliegende erfindungsgemäße Verfahren auch nur auf Teilen von Bildern, also Bildausschnitten angewandt werden kann. In diesem Fall werden eben nur Teile (Ausschnitte) dieser Bilder, die es zu überprüfen gilt, digitalisiert. Dies kann genau dann der Fall sein, wenn ein spezielles „charakteristisches Merkmal“ zwar ins Auge sticht, der Betrachter aber doch nicht sicher ist, ob es sich bis diesem speziellen „charakteristischen Merkmal“ um ein Original oder eine Fälschung zur Täuschung des Betrachters handelt.

Ein solches Verfahren kann beispielsweise auf einer Vorrichtung ablaufen, die mindestens ein Digitalisierungsmittel, vorzugsweise einen Scanner, ein Normierungsmodul, ein Segmentiermodul, ein Klassifikatormodul und ein Datenbankmodul aufweist. Weiterhin sind mindestens ein Speichermedium und mindestens eine Datenverarbeitungseinheit für eine solche Vorrichtung denkbar.

Fig. 1 schematischer Ablauf des Verfahrens

Fig. 2 eine beispielhafte Erläuterung des Hough-Verfahrens anhand einer geraden Linie (Gerade)

Fig. 3 schematische Darstellung einer Farbkante

Fig. 4 schematische Darstellung eines Farbverlaufes

Fig. 5 Schwarz/Weiß-Kopie eines Originals mit fünf gekennzeichneten Bildbereichen

Fig. 5a bis Fig. 5e die gekennzeichneten Bildbereiche der Figur 5

Fig. 6 Schwarz/Weiß-Kopie einer mutmaßlichen Nachahmung mit fünf gekennzeichneten Bildbereichen

Fig. 6a bis Fig. 6e die gekennzeichneten Bildbereiche der Figur 6

Fig. 7 Kopie eines Werkes des Künstlers Max Clarenbach

Fig. 7a Ausschnitt aus der Fig. 7

Fig. 8 Kopie einer mutmaßlichen Nachahmung des Künstlers M. Clarenbach

Fig. 9 schematisierte Darstellung von Farbkante, Farbverlauf und Pinselstrich

Fig. 1 zeigt den schematischen Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens, sowie den Einsatz einiger der hierfür notwendigen Module. In einem ersten Schritt wird das zu prüfende Bild mit Hilfe eines Digitalisierungsmittels 1, in diesem Fall ein hochauflösender Scanner, digitalisiert. Bei dem eingescannten Bild handelt es sich wahrscheinlich um ein Miniaturkunstwerk des sehr bedeutenden Künstlers X Y, der dieses Bild auf die Rückseite einer antiken Streichholzschatel gemalt hat. Im Laufe der Zeit hat das Werk erheblich gelitten und auch der Umstand, daß die Streichholzschatel vorher ihrer Bestimmung gemäß benutzt wurde, war der Qualität der Rückseite nicht zuträglich. Aus diesem Grund wurde mit einer sehr hohen Auflösung gearbeitet. Hierdurch wurden die einzelnen, mit bloßen Auge kaum zu erkennenden Bildobjekte so digitalisiert, daß möglichst wenig Einzelheiten verloren gehen. Die hohe Auflösung wird ebenfalls verwendet, um mögliche Unklarheiten, welche zum Beispiel durch die Verschmutzung der Unterlage vorhanden sind, besser im nachfolgenden Verfahren erkennen und unterdrücken zu können. Durch die hohe Auflösung wird zwar eine große Datenmenge erzeugt, aber die nur geringe Größe des Bildes gleicht diesen Nachteil wieder aus. Zudem ist die heutige Technik durchaus in der Lage, sehr große Datenmengen effizient zu speichern und zu verwalten. Nachfolgend wird das Bild mit Hilfe eines Normierungsmoduls 2 normiert. Dies dient der besseren Vergleichbarkeit der jeweiligen aufgefundenen charakteristischen Merkmale mit den in der Datenbank 5 vorliegenden Mustern. Da die in der Datenbank 5 vorliegenden Muster

ebenfalls normiert sind, sind so zumindest die Größenverhältnisse der einzelnen charakteristischen Merkmale ähnlich. Ein Künstler wird seine ihn charakterisierenden Bewegungen, die sich im Pinselduktus manifestieren, auch immer in der ungefähr gleichen Art und Weise ausführen, so daß in den meisten Fällen die Struktur und Größe des Ergebnisses dieser Bewegungen ähnlich sein wird.

In diesem Beispiel wird das Bild im folgenden Schritt in Segmente unterteilt. Dies bietet sich in dem hier vorliegenden Fall an, da das Bild hauptsächlich aus vier Merkmalen, nämlich Strich, Kreis, Herz und Sonne besteht. Durch eine geschickte Wahl der Segmentierung, die aber nicht zwingend so ausgeführt werden muss, findet sich in jedem Bildsegment genau ein Merkmal wieder. Das Modul, welches diese Schritte durchführt, heißt Segmentiermodul 3.

Die aufgefundenen Merkmale werden nun durch ein Klassifizierungsverfahren, welches in dem dazu geeigneten Klassifikatormodul 4 ausgeführt wird, in die Klassen eingeteilt, in welche sie mit der größten Wahrscheinlichkeit gehören. So wird der Strich der Klasse der {Striche} zugeordnet, der Kreis der Klasse der {Kreise}. Das Herz und die Sonne allerdings können möglicherweise nicht als Klassen in der Datenbank hinterlegt sein und sind folglich nicht auffindbar. Hier besteht nun ein Risiko, daß die Merkmale einer falschen Klasse zugeordnet werden. So kann das Herz der Klasse der {Dreiecke} oder der Klasse der {verformten Dreiecke} zugeordnet werden. Handelt es sich aber bei dem Objekt Herz um ein charakteristisches Merkmal des aufzufindenden Künstlers, so ist es auch in seiner Gesamtheit als Klasse der {Herzen} in der Datenbank hinterlegt und dann mit großer Wahrscheinlichkeit auch in derselben, wenn auch falschen Klasse, nämlich der Klasse der {verformten Dreiecke}. Denn grundsätzlich wurden auch die in der Datenbank vorliegenden charakteristischen Merkmale durch den Klassifikator 4 in die Klassen eingeordnet, so daß bei Identität oder großer Ähnlichkeit der Klassifikator 4 in der Regel die gleiche Klassifikation vornimmt. Sind nur Teile des Objektes Herz als Merkmal zu identifizieren, so werden diese dann in die jeweiligen Klassen eingeordnet. Ein Herz kann in zwei Ellipsoidsegmente mit anliegender Gerade unterteilt werden. Die Sonne kann, wie leicht ersichtlich ist, in einen Kreis und eine Anzahl daran anliegender Dreiecke unterteilt werden. Diese Unterteilungen werden in die jeweiligen Klassen eingeteilt. Sind nun die Dreiecke in ein gewissen charakteristischen Weise gezeichnet, so liegt ein Muster hiervon in der Datenbank vor und wird dann unweigerlich aufgefunden werden.

Die Datenbank 5 mit den vorliegenden Mustern der charakteristischen Merkmale kann jede handelsübliche Datenbank sein. Wichtig ist nur die Anbindung an die jeweiligen Module, die die zu vergleichenden Merkmale bereitstellen. Die in diesem Beispiel vorliegende Datenbank 5 beinhaltet unter anderem die folgenden vier charakteristischen Merkmale, nämlich Strich, Stern, Doppelpfeil und Herz. Das Herz aus der Datenbank ist nahezu identisch mit dem vorliegenden Herzen, welches in dem zu prüfenden Bild aufzufinden ist. Auch die Sonne des zu prüfenden Bildes weist große Übereinstimmung mit der Sonne auf, die in der Datenbank aufgefunden wurde. Da in diesem Fall aber keine Identität vorliegt, wird in einem Zwischenschritt das Objekt Sonne (hier nicht dargestellt) weiter in seine Einzelheiten zerlegt und diese dann mit den charakteristischen Merkmalen der Datenbank 5 verglichen. So kann die Zuordnung der Sonne der Datenbank mit der Sonne auf dem zu prüfenden Bild verifiziert werden. Für das Objekt Kreis ist keine Entsprechung in der Datenbank 5 finden. Da alle aufgefundenen charakteristischen Merkmale der Datenbank 5 den gleichen Urheber angeben, war in diesem vorliegenden Beispielfall das Ergebnis eindeutig. Es handelte sich tatsächlich um den Künstler X Y. Die Ergebnisausgabe 6 wird durch weitere, ebenfalls in der Datenbank 5 vorliegende Informationen zu dem jeweiligen Künstler ergänzt, so daß die Anfrage nicht nur den Künstler ermittelt, sondern auch weitere Informationen über Werk und Wirkung des Künstlers bereithält und über ein Ausgabemodul, so etwa einen Bildschirm oder auf Papier ausgedruckt, ausgibt.

Fig. 2 zeigt eine beispielhafte Erläuterung des Hough-Verfahrens anhand einer geraden Linie (Gerade). Die leeren Kästchen (Pixel) sind in einer Farbe gehalten, beispielsweise weiß, die mit dem X gekennzeichneten Kästchen (Pixel) sind in einer anderen Farbe, beispielsweise schwarz gehalten. Das menschliche Auge erkennt nun leicht einen Haken in dem vorliegenden Ausschnitt, und dies obwohl die Pixel nicht alle in der selben Größe vorliegen. Ein Haken kann aus zwei sich berührenden Geraden bestehen. Eine Gerade kann mathematisch durch ihren senkrechten Abstand r zum Koordinatenursprung sowie durch den Winkel φ zwischen der entsprechenden Verbindungsstrecke und einer Koordinatenachse angegeben werden. Die Aufteilung des Bildes in Pixel stellt nun ein für diese Zwecke geeignetes Koordinatensystem dar, wobei der Koordinatenursprung in der unteren linken Ecke liegen soll, die Horizontale mit den Werten $x(i)$ und die Senkrechte mit den Werten $y(i)$ bezeichnet wird (mit i als durchlaufende natürliche Zahl). Der in der Figur 2 gezeigte Ausschnitt hat 13 Pixel in der horizontalen Richtung, somit läuft i von 1 bis 13, also $x(1), x(2), \dots, x(13)$. In der Senkrechten sind 12 Pixel zu sehen, somit läuft i von 1 bis 12, also $y(1), y(2), \dots, y(12)$. Die für das menschliche Auge leicht

erkennbare Gerade läuft über die Pixel mit den Wertepaaren $\{x(2),y(10)\}$, $\{x(3),y(9)\}$, $\{x(4),y(8)\}$, $\{x(5),y(7)\}$, $\{x(6),y(6)\}$, $\{x(7),y(5)\}$, $\{x(8),y(4)\}$, $\{x(9),y(3)\}$, danach biegt die Gerade in eine andere Richtung um. Im Ausschnitt sind zusätzlich weitere Pixel eingefärbt, also mit einem X gekennzeichnet. Diese Gerade kann auch durch eine Reihe der Wertepaare (r,φ) dargestellt werden. Man prüft nun einfach für alle Wertekombinationen (r,φ) , ob die dort liegenden Bildpunkte alle einer Farbe entsprechen oder nicht. Ist diese Farbe unterschiedlich zu der Farbe der Umgebung dieser Bildpunkte, so ist die Gerade sichtbar und stellt für den Betrachter eine Gerade in dem Bild dar. Auf diese Weise können alle in dem Bild befindlichen Geraden aufgefunden werden. Andere geometrische Formen gehorchen anderen mathematischen Formeln, können aber trotzdem mit dem gleichen Verfahren aufgefunden und somit bestimmt werden. Ist die Gerade nicht nur auf eine Pixelbreite beschränkt, so werden die anliegenden Pixel ebenfalls als Gerade oder Teil einer Geraden erkannt. Denn zwei direkt nebeneinander liegende und sich berührende Geraden sind von einem Betrachter als eine breitere Gerade zu erkennen. Je mehr dieser Geraden ohne einen Zwischenraum nebeneinander liegen, umso dicker wird die Gerade als Strich auf dem Bild von dem Betrachter wahrgenommen.

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Farbkante, wobei die Farbtöne Weiß und Schwarz jeweils einen Bereich ausfüllen. Der schwarzgefärbte Farbbereich beginnt bei dem Wert x_1 und endet bei x_2 , der Farbkante. Der weißgefärbte Farbbereich beginnt bei x_2 und endet bei x_3 . Darunter ist ebenfalls schematisch der Werteverlauf im RGB-Raum dargestellt, wobei nur der R-Wert (im Wertetripel (R,B,G) fett markiert) gegen die Länge der Farbbereiche, diese sind als x -Werte gekennzeichnet, aufgetragen ist. Im RGB-Raum wird dem weißen Bereich der RGB-Code $(255,255,255)$ und dem schwarzen Bereich der RGB-Code $(0,0,0)$ zugeordnet. Der Kurvenverlauf ist relativ einfach. Der schwarze Farbbereich hat über seine gesamte Länge den RGB-Wert $(0,0,0)$, hier in diesem Bereich verläuft die Kurve konstant und stetig. An der Farbkante bei dem Längenwert x_2 , liegt eine Unstetigkeitsstelle vor. Im gesamten weißen Bereich hat die Kurve den RGB-Wert $(255,255,255)$, sie ist also wieder konstant und stetig. Eine solcher Kurvenverlauf kann als charakteristisches Merkmal, somit als Datensatz in der Datenbank abgelegt und gespeichert werden. Selbstverständlich können Fehlertoleranzen als Zusatzinformation in den Datensatz mit aufgenommen werden, so dass kleinere Abweichungen der Merkmale im zu prüfenden Bild von den in der Datenbank hinterlegten charakteristischen Merkmale erkannt werden.

Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines Farbverlaufes. Der Farbverlauf ist hier, von links nach rechts gesehen, von Weiß nach Schwarz hin dargestellt. Er durchläuft kontinuierlich die Grautöne. Darunter ist ebenfalls schematisch der Werteverlauf im RGB-Raum dargestellt, wobei nur der R-Wert (im Wertetripel (R,G,B) fett markiert) gegen die Länge x aufgetragen ist. Auch hier durchläuft der RGB-Wert die Werte von (0,0,0) bis (255,255,255). Der Kurvenverlauf in diesem Fall ist eine Gerade mit einer linearen Steigung, gemäß der Formel:

$$R = a \cdot x,$$

wobei a die Steigung der Kurve bedeutet.

Eine solcher Kurvenverlauf kann ebenfalls als charakteristisches Merkmal, und somit als Datensatz in der Datenbank abgelegt und gespeichert werden. Selbstverständlich können auch in diesem Fall Fehlertoleranzen als Zusatzinformation in den Datensatz mit aufgenommen werden, so dass kleinere Abweichungen der Merkmale im zu prüfenden Bild von den in der Datenbank hinterlegten charakteristischen Merkmale erkannt werden.

Fig. 5 und Fig. 6 zeigen eine Auswahl von mehreren Ausschnitten aus drei Bildern, wobei mit Hilfe einer beispielhaften Erläuterung der Unterschied von Original und mutmaßlicher Nachahmung deutlich gemacht werden soll.

Das Originalbild Stahlrohr von Joh. Georg Müller aus dem Jahr 1963 und eine mutmaßliche Nachahmungen, die sich mit dem gleichen Thema befassen, sollen an einem praktischen Beispiel das erfindungsgemäße Verfahren erläutern. Hierzu wurde das Original (gekennzeichnet mit der Ziffer 2009 03 17 -3) und bestimmte für den Künstler charakteristische Stellen des Originals digitalisiert. In der Gesamtansicht sind die fünf charakteristischen Bereiche durch quadratische weiße Umrandungen gekennzeichnet. Zusätzlich sind sie jeweils mit einer Zifferfolge benannt worden, um mögliche Verwechslungen auszuschließen. Die Zifferfolgen lauten:

- 2009 03 17 -3-001,
- 2009 03 17 -3-002,
- 2009 03 17 -3-003,
- 2009 03 17 -3-004 und
- 2009 03 17 -3-005.

Ebenso ist mit den beiden mutmaßlichen Nachahmungen verfahren worden. Bei dem Bild mit der Kennzeichnung 2009 03 17 -2 sowie bei dem Bild mit der Kennzeichnung 2009 03 17 -3-1 sind also auch jeweils fünf Bildbereiche durch quadratische Umrandungen herausgehoben

worden. Diese Bildbereiche sind allerdings so ausgewählt worden, dass sie mit den charakteristischen Stellen des Originalbildes zu vergleichen sind. Die hierzu angebrachten Kennzeichnungen lauten nun:

- 2009 03 17 -2-001,
- 2009 03 17 -2-002,
- 2009 03 17 -2-003,
- 2009 03 17 -2-004 und
- 2009 03 17 -2-005

In der Figur 5, dem Originalbild sind die folgenden fünf Bildausschnitte durch die weiße Umrandung gekennzeichnet worden:

1. Fig. 5a ist ein Bildausschnitt (Kennzeichnung: 2009 0317-3-001) im unteren rechten Quadranten des Bildes, welcher in den Farbtönen orange, weiß, grau, lila, schwarz und ocker, sowie einzelnen Zwischenstufen dieser Farbtöne, ein stilisiertes Rohr zeigt. In diesem Bildausschnitt ist der Farbverlauf von dem dunklen Bereich hin zum hellen Bereich, der an der schwarzen horizontal verlaufenden Linie endet, besonders charakteristisch für die Technik des Künstlers und stellt somit ein charakteristisches Merkmal dar, welches in die Datenbank aufgenommen wird. Der Farbverlauf, von oben nach unten gesehen, geht von einem dunklen Farbton (schwarz) kontinuierlich in einen hellen Farbton (gelbweiss) über. Einen Farbverlauf genauso sorgfältig auszugestalten, verlangt nicht nur eine besondere handwerkliche und künstlerische Begabung, sondern auch eine ausgefeilte Technik. Ein solcher kontinuierlicher Übergang kann beispielsweise durch eine ebenfalls kontinuierlich verlaufende Funktion im RGB-Farbraum genau dargestellt werden und ist somit leicht zu digitalisieren.
2. Fig. 5b zeigt einen gänzlich schwarzen Bildausschnitt, der sich ebenfalls in dem unteren rechten Quadranten, allerdings links von dem ersten Bildausschnitt und zur Mitte hin verschoben, befindet. Hier wird der für den Künstler so charakteristische Pinselstrich sichtbar, der sich hier in der einheitlichen Farbdichte und widerspiegelt. Auch dies ist durch eine Funktion mathematisch zu beschreiben.
3. Fig. 5c dieser Bildausschnitt stellt wiederum ein Beispiel dar, wie der Künstler einen Farbverlauf ausgestaltet. Der Bildausschnitt liegt in dem linken unteren Quadranten des Bildes und zeigt das Schattenspiel auf der Oberfläche eines Rohres. Auch hier gilt das für

den in Fig. 5a dargestellten Bildbereich, nämlich dass eine Beschreibung des Farbverlaufes mathematisch mit Hilfe einer Funktion, leicht möglich ist. Diese Funktion stellt in den dreidimensionalen RGB-Raum eine annähernd lineare Kurve dar, da sich die jeweiligen RGB-Werte stetig und kontinuierlich verändern.

4. Fig. 5d der vierte Bildausschnitt befindet sich in dem linken oberen Quadranten des Bildes und zeigt die künstlerische Behandlung der Farbkanten, die unterschiedliche Farbbereiche trennen. Die jeweiligen Farbbereiche werden durch eine Farbkante unterteilt, die diskret in den Farbton des jeweiligen Farbbereiches wechselt. Die Farbbereiche selber weisen durchgängig den gleichen Farbton auf, wie dies auch schon in der Fig. 5b zu sehen ist. Diese Merkmale, also gleichfarbige Bildbereiche getrennt durch Farbkanten, deren Farbton dem jeweilig folgenden Bildbereich entspricht, ist ein weiteres charakteristisches Merkmal der Malkunst des Künstlers.

Der RGB-Wert des ersten Farbbereiches und der RGB-Wert des zweiten Farbbereiches sind innerhalb ihrer Farbbereiche annähernd jeweils konstant. An der Farbkante ändert sich der RGB-Wert allerdings sprunghaft, die hierzu beschreibende mathematische Funktion weist an dieser Stelle eine Unstetigkeit auf.

5. Fig 5e der fünfte Bildausschnitt aus dem oberen rechten Quadranten des Bildes stellt wiederum die Schattierung auf einer Röhre dar und zeigt deutlich die Art wie der Künstler einen Schattenwurf mit Hilfe von einem Farbverlauf vom Hellen in das Dunkle bewerkstelligt.

Diese fünf Bildausschnitte sind hier Teil der in Datenbank hinterlegten Datensätzen, die einige charakteristische Merkmale des Künstler J. G. Müller, nämlich die Ausgestaltung einer Farbkante, die Ausgestaltung des Farblaufes und den Pinselstrich, der innerhalb eines Farbbereiches für einen durchgängig gleichmäßigen Farbton sorgt, beinhalten. Es werden also in diesen Beispiel die fünf oben genannten Bildausschnitte als Beispiel für die charakteristische Merkmale in der Datenbank hinterlegt.

Fig. 6 zeigt nun eine Kopie einer mutmaßlichen Nachahmung eines Werkes des Künstler J. G. Müller, welche auf ihre Echtheit überprüft werden soll. Hierzu werden beispielsweise ebenfalls fünf Bildbereiche eingescannt und dann mit Hilfe des erfinderischen Verfahrens mit den in der Datenbank hinterlegten charakteristischen Merkmalen des Künstlers verglichen. Es ist natürlich

auch durchaus möglich diesen Arbeitsvorgang gleichfalls zu automatisieren, in dem man das Bild entweder als Ganzes behandelt oder mit Hilfe eines Programms in willkürlich gewählte Segmente unterteilt. Diese Segmente werden dann mit Hilfe der Erfindung jeweils einzeln auf mögliche charakteristische Merkmale hin untersucht.

Die Fig. 6a zeigt den ersten gekennzeichneten Bildbereich (2009 03 17 -2-001) der mutmaßlichen Nachahmung. Bei der Betrachtung des Gesamtbildes wird im Bildbereich von dem Betrachter eine Farbkante wahrgenommen, die einen gelben Farbbereich von einem gelbgrünen Farbbereich trennt. Es zeigt sich allerdings, dass die Farbkante die beiden Farbbereiche nicht so voneinander trennt, wie es der Künstler J. G. Müller in seinen Bildern realisiert hat. So hat die Kante selber einem dunkleren Farbton als der nachfolgende Farbbereich, wobei der nachfolgende grüne Farbstreifen in sich selbst auch keine gleichmäßige Färbung aufweist. Ein Vergleich mit den in der Datenbank hinterlegten Datensätzen ergibt keine positive Übereinstimmung mit den dort vorliegenden Datensätzen. Die da in diesem Fall die Farbkante, als das charakteristische Merkmal, zwei Farbbereiche trennt, die durchgängig den gleichen Farbton aufweisen. Dies lässt sich nicht durch eine Funktion beschreiben, die die oben beschriebenen Auswahlkriterien aufweist.

Die Fig. 6b zeigt den Schattenwurf eines Rohres. Dieser Ausschnitt ähnelt sehr der Figur 5c, allerdings ändern sich die Farbtöne nicht langsam, sondern ihre Übergänge sind abrupt. Dies lässt sich dann keineswegs als annähernd lineare Kurve in dem RGB-Farbraum beschreiben. Somit kann kein charakteristisches Merkmal in der Datenbank aufgefunden werden, welches diesem Bildausschnitt zugeordnet werden kann.

Fig. 6c und Fig. 6d zeigt die Darstellung von Farbkanten. Vergleicht man diese hier gezeigte Präsentation mit der Darstellung im Bildausschnitt Fig. 5a so ist leicht zu erkennen, dass auch in diesem Fall das Merkmal der Farbkantengebung nicht mit dem in der Datenbank hinterlegten Merkmal übereinstimmt.

Fig. 6e zeigt die Darstellung eines Farbverlaufes. Auch hier gilt das schon oben gesagte.

Die oben gezeigten Bildausschnitte und der Vergleich des Original mit der mutmaßlichen Nachahmung zeigt nun eindringlich wie mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens der Urheber eines Bildes bestimmt oder bestritten werden kann.

Fig. 7 und 7a zeigen die Kopie eines Werkes des Künstlers Max Clarenbach, geboren im Jahr 1880 in Neuss und gestorben im Jahr 1952 in Wittlaer. Max Clarenbach war ein deutscher Maler und Mitbegründer des Sonderbundes in Düsseldorf. Seine nuancenreichen Malweise wurde vor allem durch die Impressionisten bestimmt. Bei dieser Kopie und dem dazugehörigen Ausschnitt handelt es sich um ein Landschaftsbild, welches eine an einem Fluß gelegene Schneelandschaft zeigt. Dieses Bild verdeutlicht eindringlich wie ein Künstler an seiner Pinselführung und seinem Pinselduktus identifiziert werden kann. Hier sieht man deutlich die sich dauernd wiederholende halbkreisförmige, schwungvolle Pinselführung, welche wahrscheinlich von links nach rechts verläuft und aus diesem Grund mit einem Farbaufwurf auf der linken Seite endet.

Die Fig. 8 zeigt eine mutmaßliche Nachahmung der Malweise des Künstlers M. Clarenbach. Betrachtet man hier den Himmel genauer, so sieht man zweifelsfrei, dass der Schaffende dieses Bildes den Pinsel anders, nämlich nicht immer von links nach rechts, sondern auch von oben nach unten geführt hat. Auch weisen die einzelnen Pinselstriche nicht die charakteristischen Bögen und den dadurch erzeugten Farbaufwurf auf.

Die Fig. 9 zeigt nochmals einen möglichen Vergleich zwischen den möglichen charakteristischen Merkmalen Farbkante, Farbverlauf und Pinselstrich.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung des Urhebers eines Bildes, wobei das Verfahren mindestens die folgenden Schritte aufweist:
 - Überführung des zu prüfenden Bildes oder von Teilen des zu prüfenden Bildes mit Hilfe eines Digitalisierungsmittels, insbesondere eines Scanners, in mindestens einen Datensatz,
 - Analyse des/der Datensatzes/sätze und Bestimmung von charakteristischen Merkmalen oder Teilen von charakteristischen Merkmalen, insbesondere Punkte oder Linien oder Punkt- oder Liniengruppen oder Mustern, die digitalisiert in dem Datensatz enthalten sind, wobei die zu bestimmenden charakteristischen Merkmale in einer Datenbank hinterlegt sind,
 - und wobei die Datenbank zu jedem dieser hinterlegten charakteristischen Merkmale einen zusätzlichen zugeordneten Datensatz aufweist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Auflösung des Digitalisierungsmittels frei einstellbar ist.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Analyse und Bestimmung der charakteristischen Merkmale in dem zu prüfenden Bild oder in den Teilen des zu prüfenden Bildes das Hough-Verfahren verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren in einem weiteren Schritt Referenzmerkmale mindestens eines der charakteristischen Merkmale oder von Teilen der charakteristischen Merkmale, die in dem Datensatz enthalten

sind, bestimmt, wobei die Referenzmerkmale der charakteristischen Merkmale entweder schon in der Datenbank hinterlegt sind, oder während des laufenden Verfahrens erzeugt werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Referenzmerkmale durch Manipulationen mindestens eines der charakteristischen Merkmale oder eines Teiles der charakteristischen Merkmale erzeugt werden.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Referenzmerkmal aus den charakteristischen Merkmalen durch Vergrößern oder Verkleinern des jeweiligen charakteristischen Merkmals oder mindestens eines Teiles des charakteristischen Merkmals erzeugt wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Referenzmerkmal aus den charakteristischen Merkmalen durch Strecken oder Stauchen des jeweiligen charakteristischen Merkmals oder mindestens eines Teiles des charakteristischen Merkmals erzeugt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Referenzmerkmal aus den charakteristischen Merkmalen durch Änderung einer Krümmung einer Linie des jeweiligen charakteristischen Merkmals oder mindestens eines Teiles einer Linie des charakteristischen Merkmals erzeugt wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Referenzmerkmal aus den charakteristischen Merkmalen durch Änderung eines Winkels zwischen mindestens zwei Linien des jeweiligen charakteristischen Merkmals erzeugt wird.
10. Vorrichtung zur Bestimmung des Urhebers eines Bildes, welches nach einem der Ansprüche 1 bis 9 arbeitet, dadurch gekennzeichnet, daß diese Vorrichtung mindestens ein Digitalisierungsmittel (1), vorzugsweise einen Scanner, ein Normierungsmodul (2), ein Segmentiermodul (3), ein Klassifikatormodul (4) und ein Datenbankmodul (5) aufweist.
11. Computersystem mit mindestens einer Datenverarbeitungseinheit, mindestens einem Speicher, mindestens einem Digitalisierungsmittel (1), vorzugsweise einem Scanner, mindestens einem Normierungsmodul (2), mindestens ein Segmentiermodul (3), mindestens einem

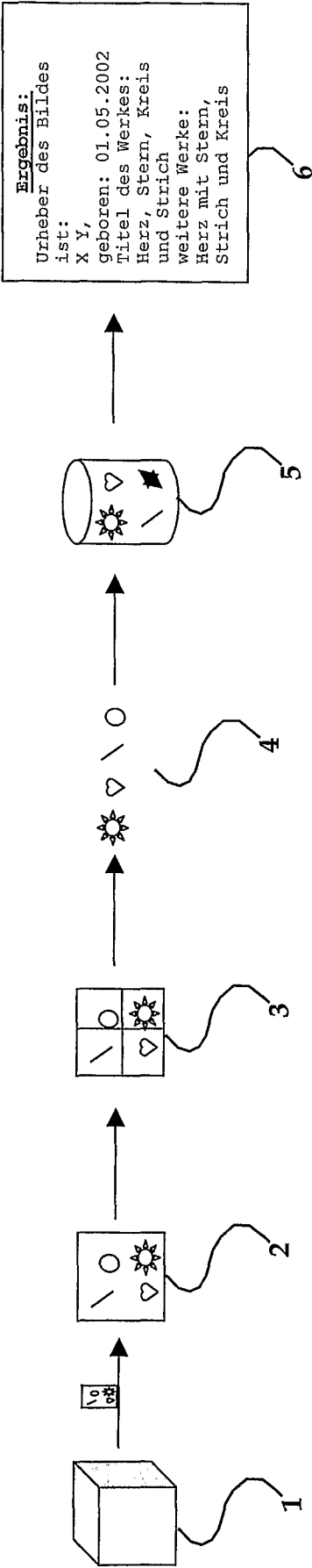
- 20 -

Klassifikatormodul (4) und ein Datenbankmodul (5), dadurch gekennzeichnet, daß die Datenverarbeitungseinheit programmtechnisch so eingerichtet ist, daß sie nach dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 arbeitet.

12. Computerprogramm, das Instruktionen aufweist, die zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 eingerichtet sind.
13. Computerprogrammprodukt, welches ein computerlesbares Medium mit Computerprogramm-Code-Mitteln aufweist, bei dem jeweils nach Laden des Computerprogramms ein Computer durch das Programm zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 veranlaßt wird.
14. Computerprogrammprodukt, welches ein Computerprogramm auf einem elektronischen Trägersignal aufweist, bei dem jeweils nach Laden des Computerprogramms ein Computer durch das Programm zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 veranlaßt wird.

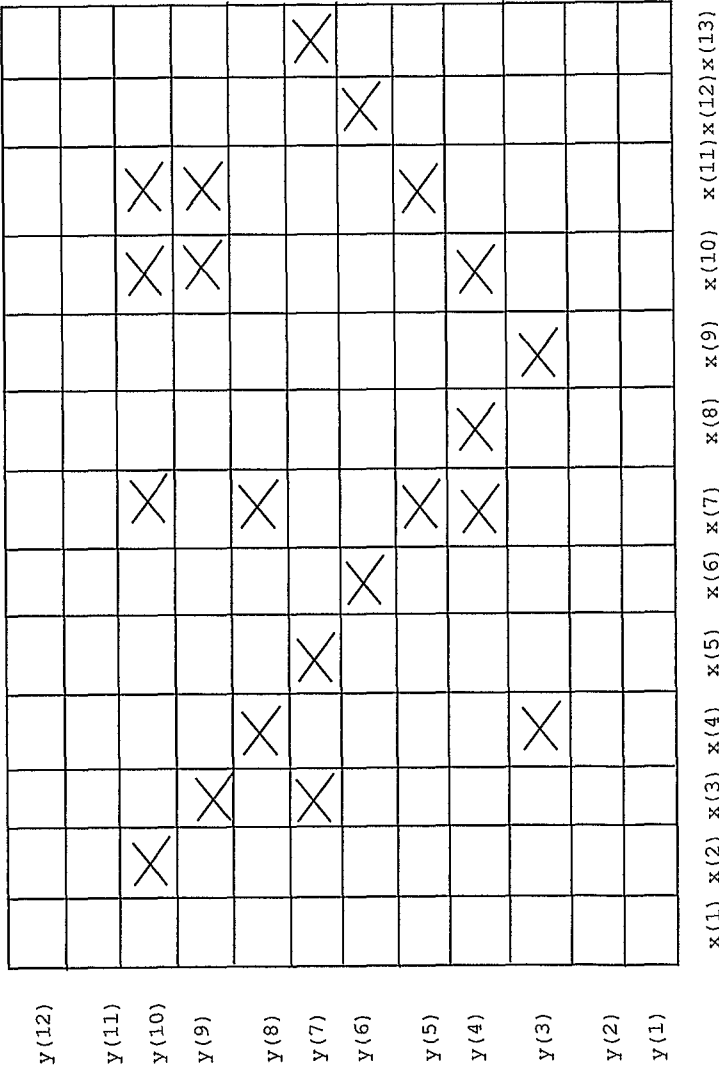
1/20

FIG. 1



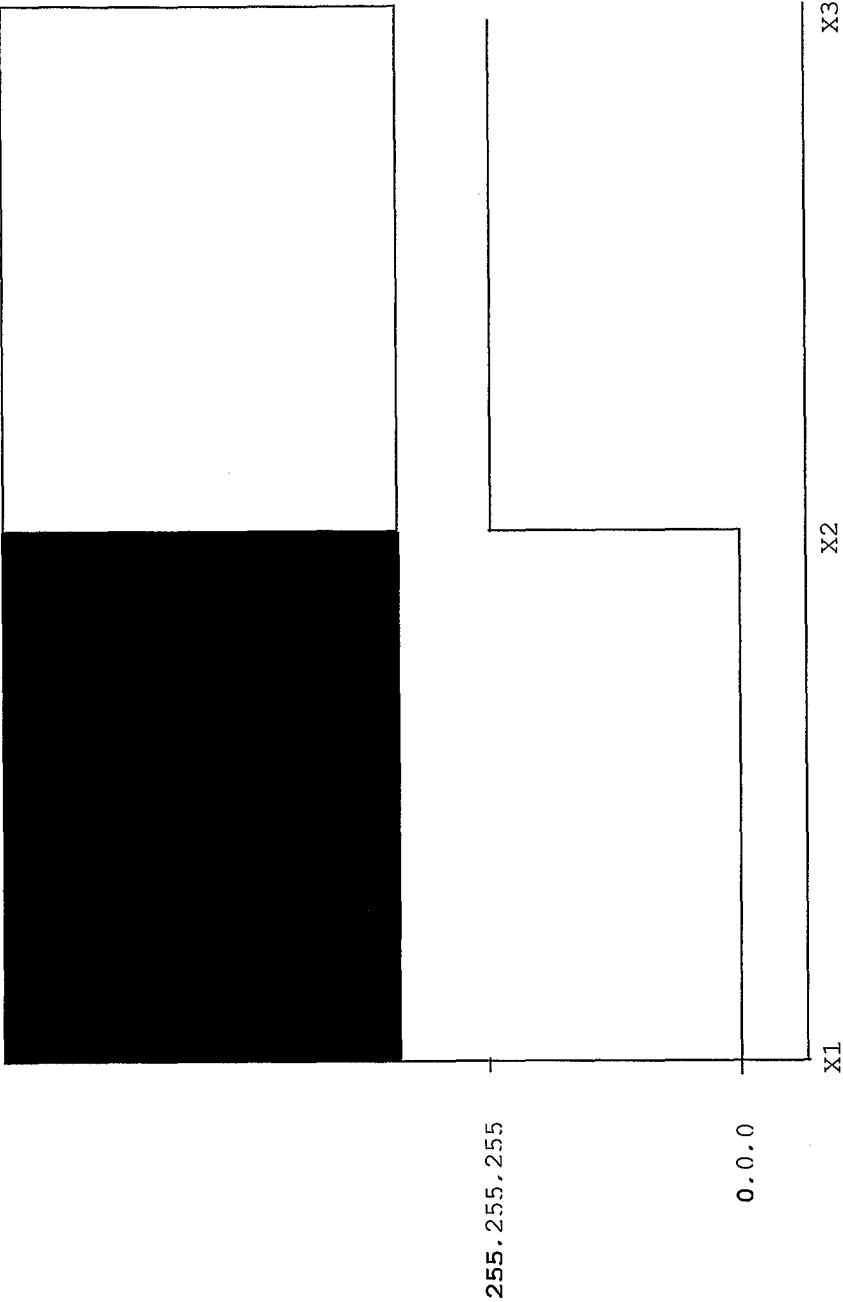
2/20

FIG. 2



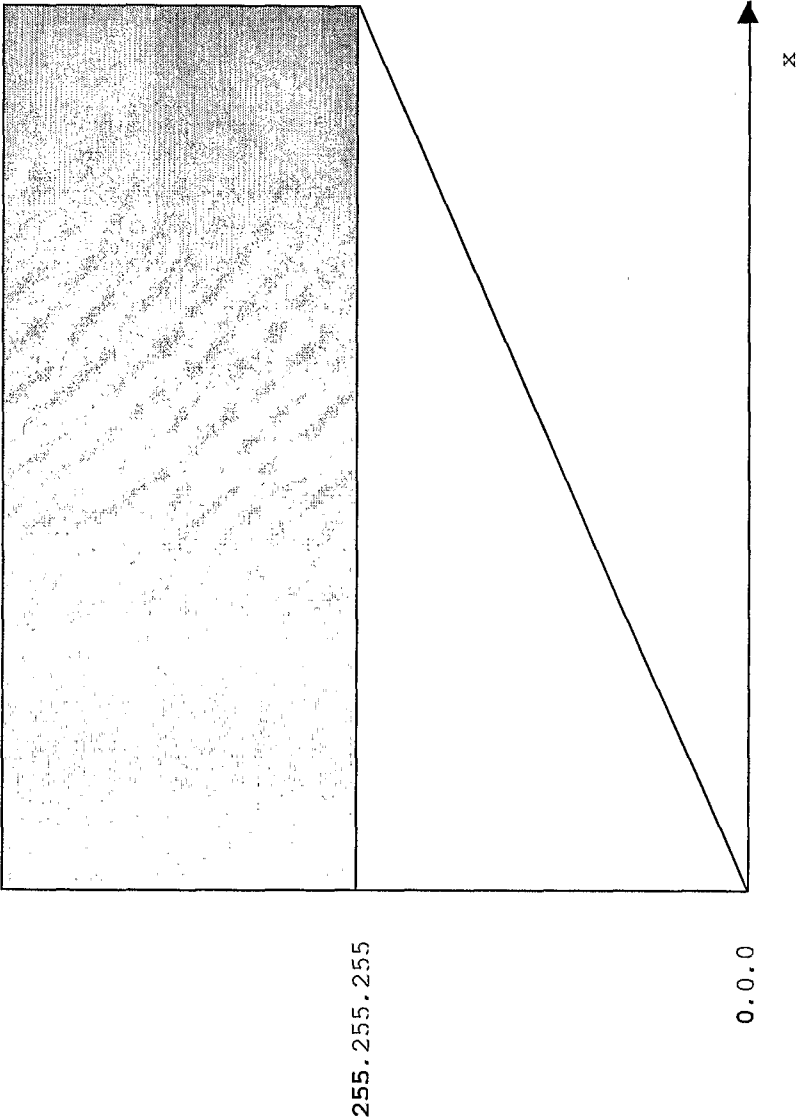
3/20

Fig. 3



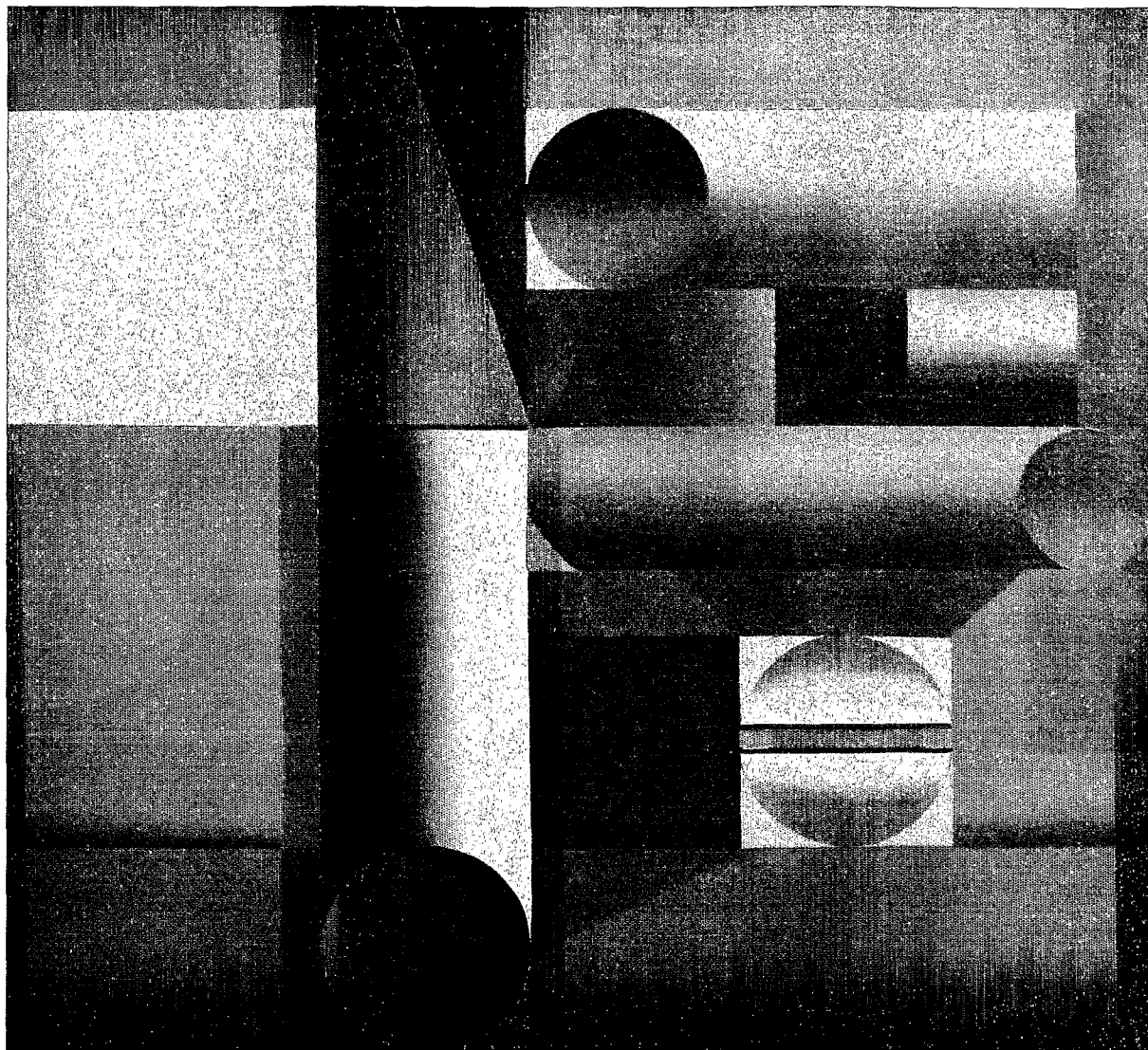
4/20

Fig. 4



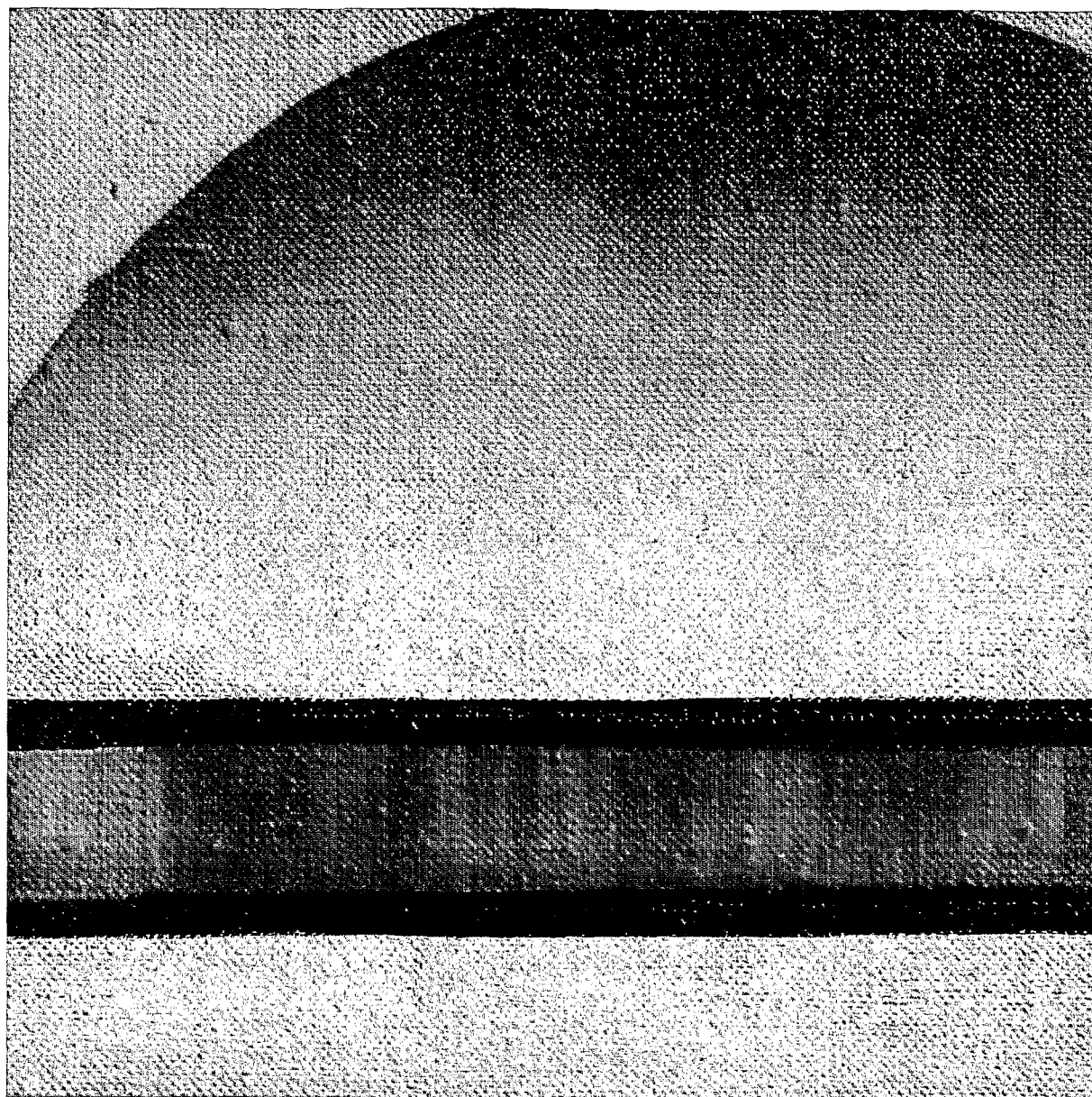
5/20

Fig. 5



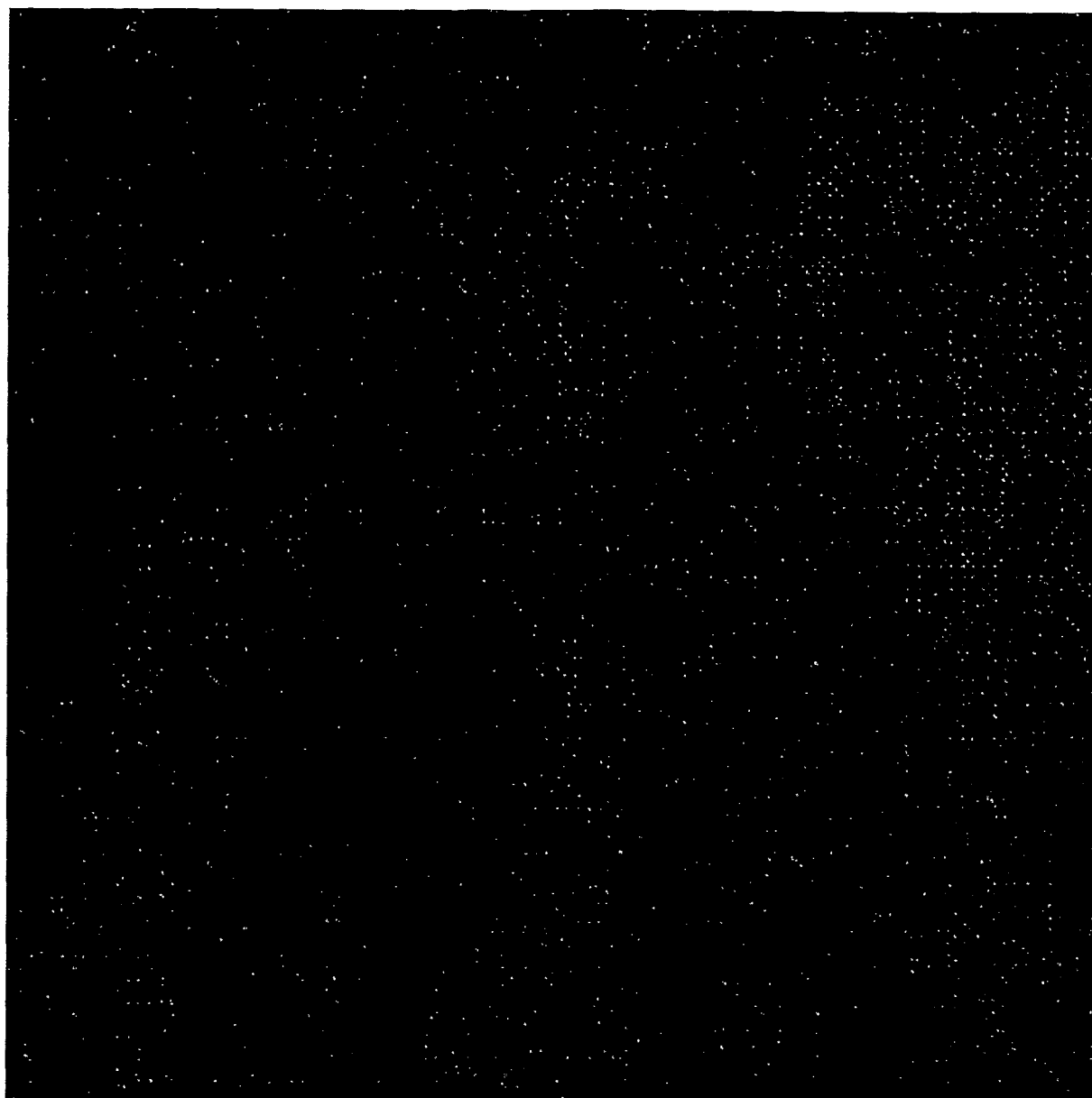
6/20

Fig. 5a



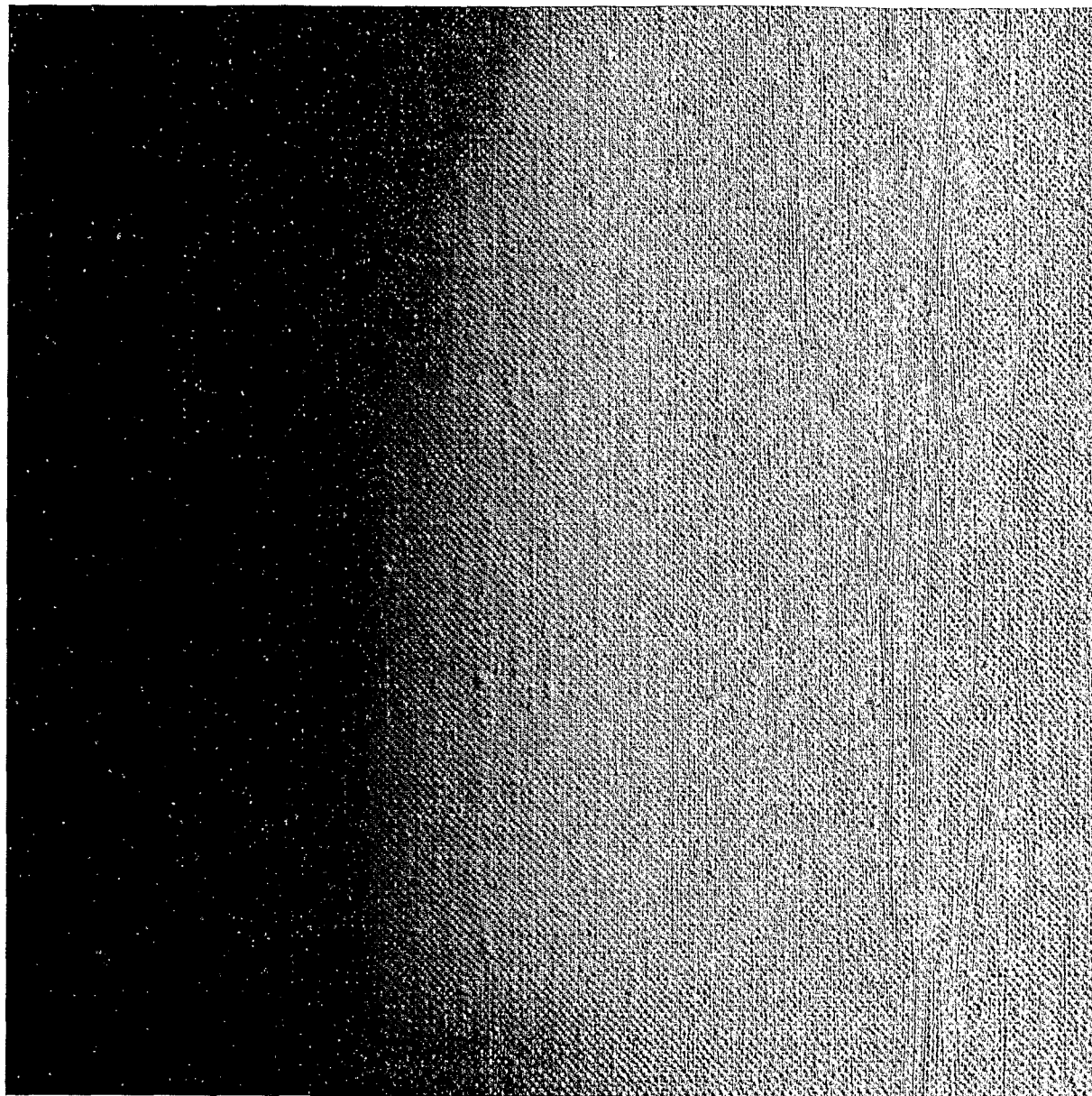
7/20

Fig. 5b



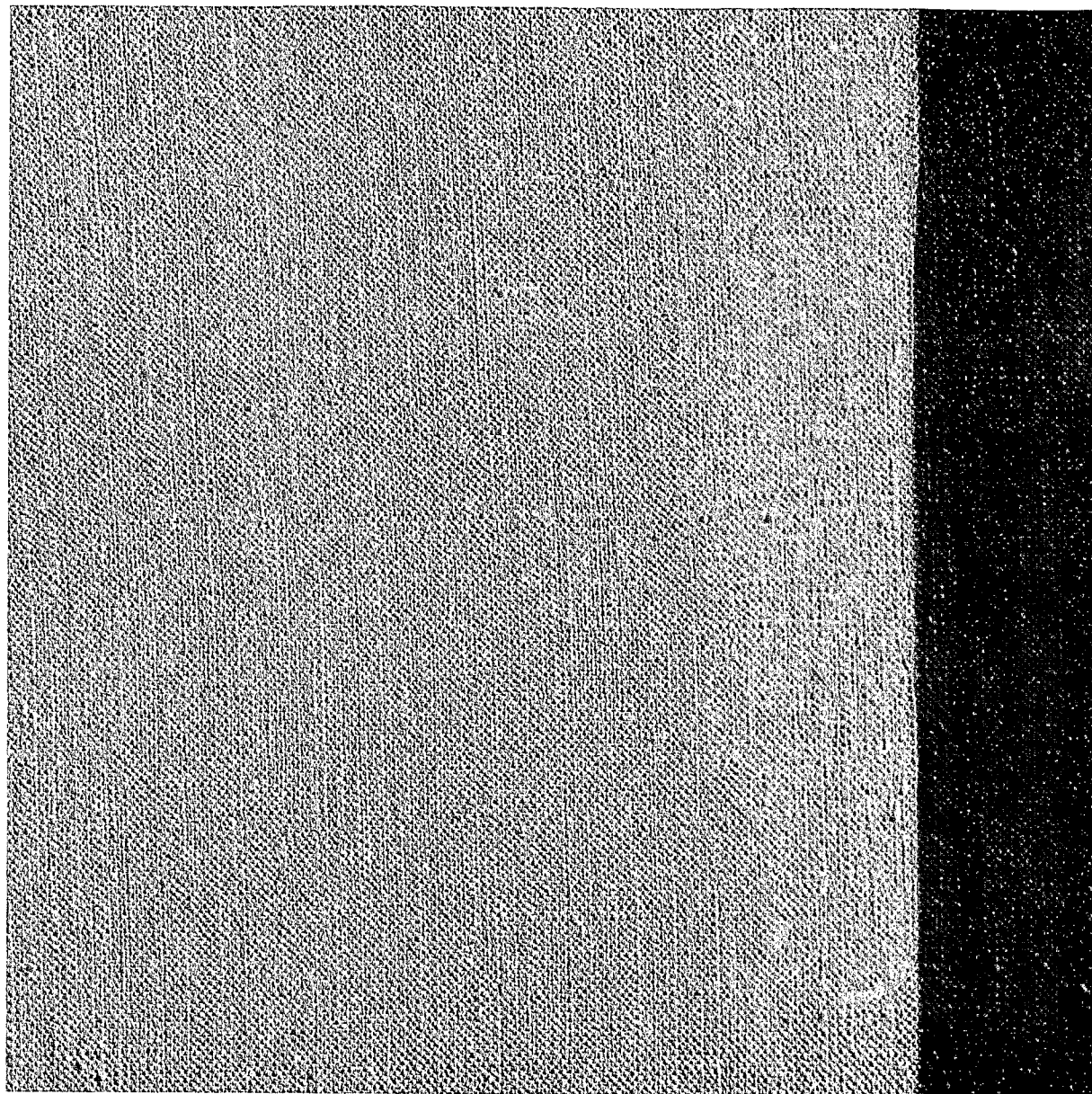
8/20

Fig. 5c



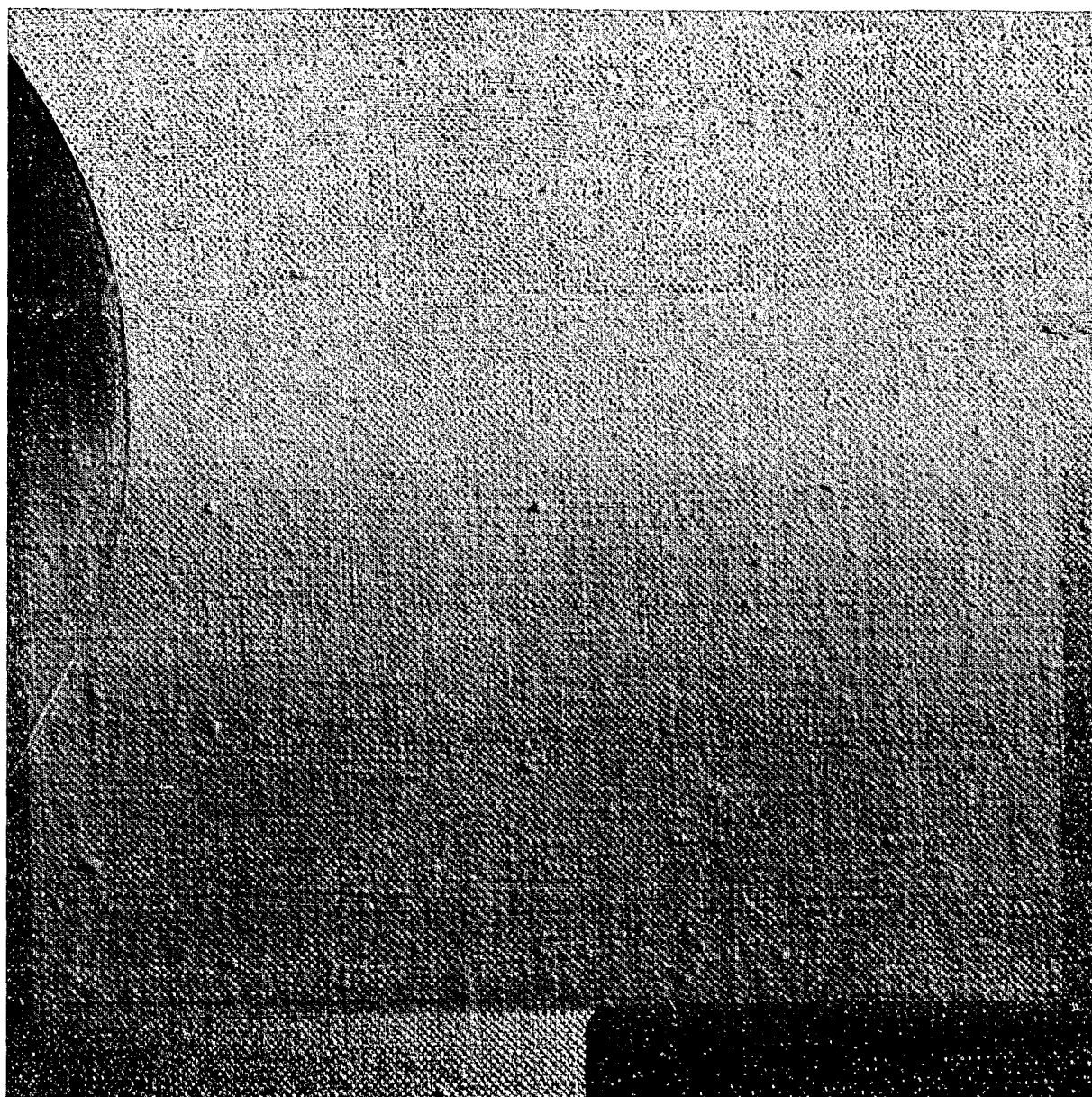
9/20

Fig. 5d



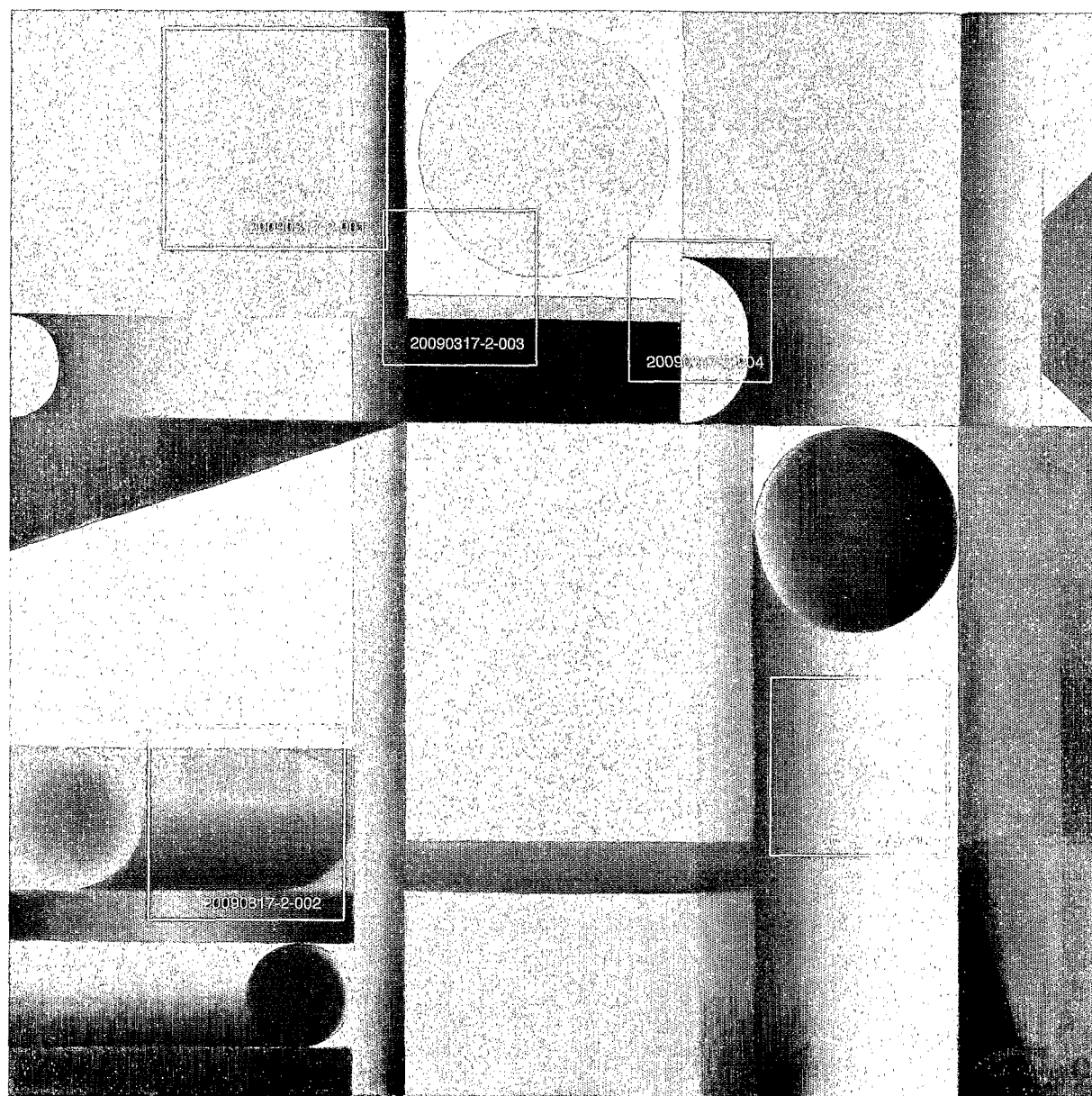
10/20

Fig. 5e



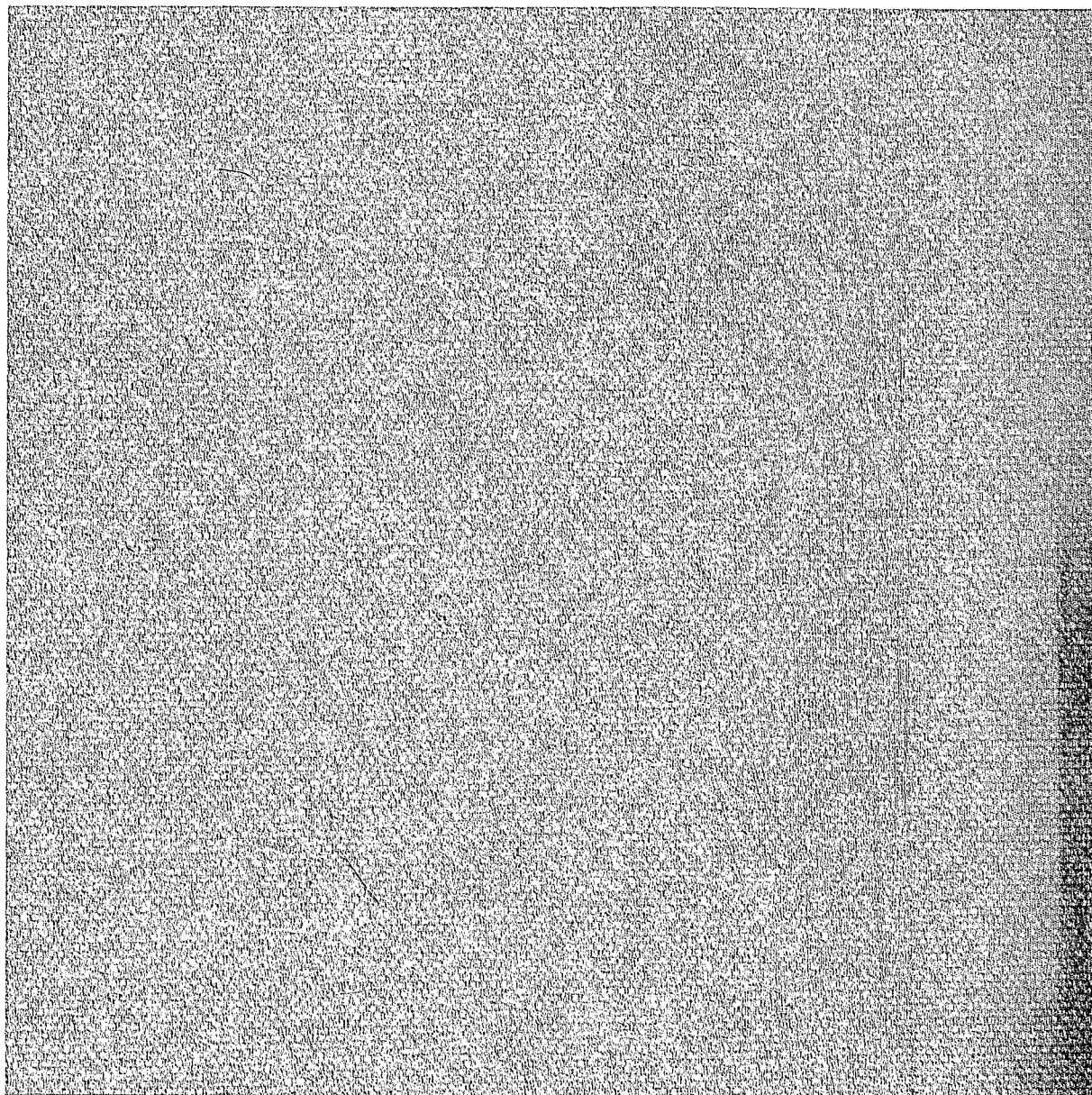
m/20

Fig. 6



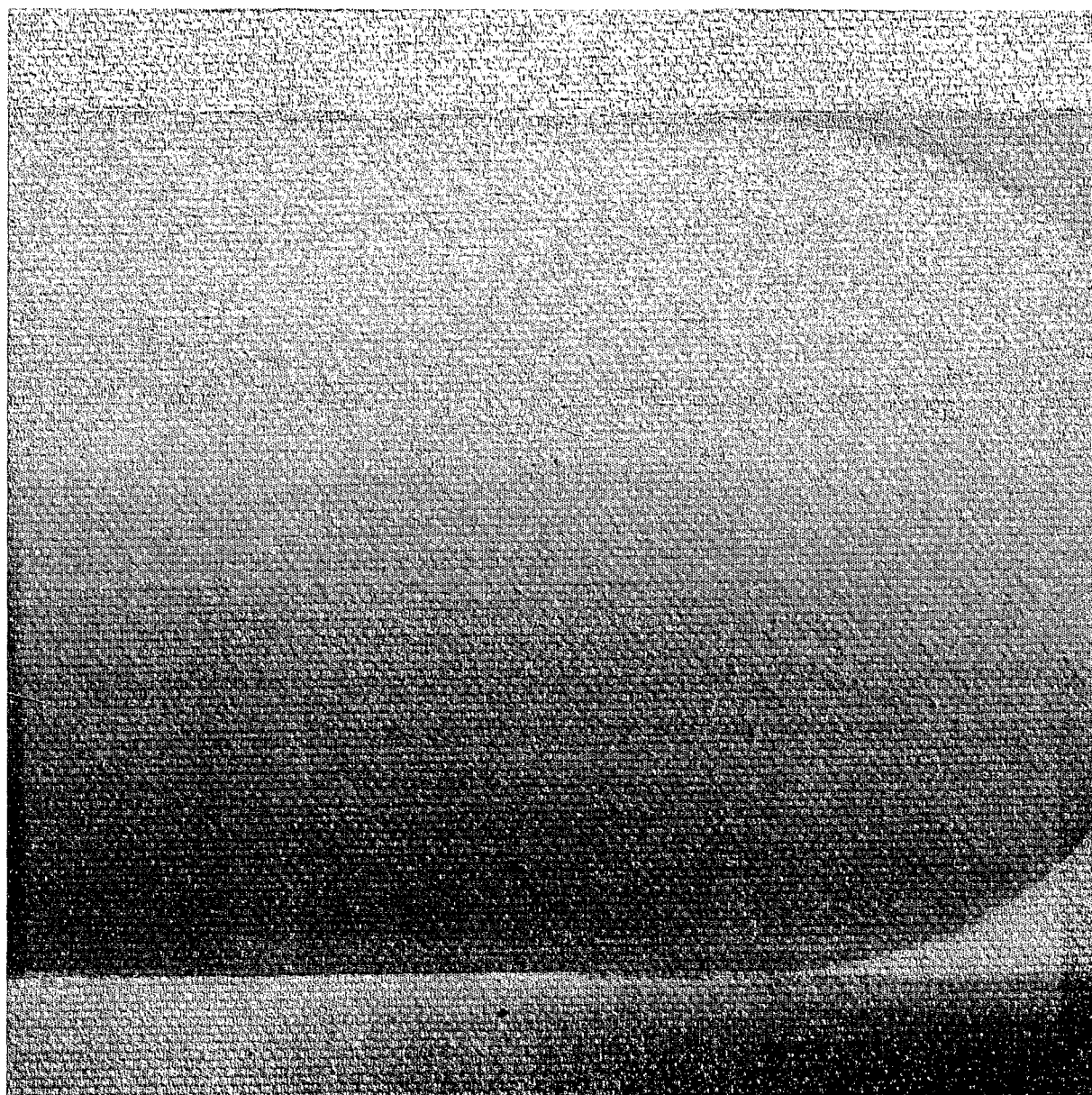
12/20

Fig. 6a



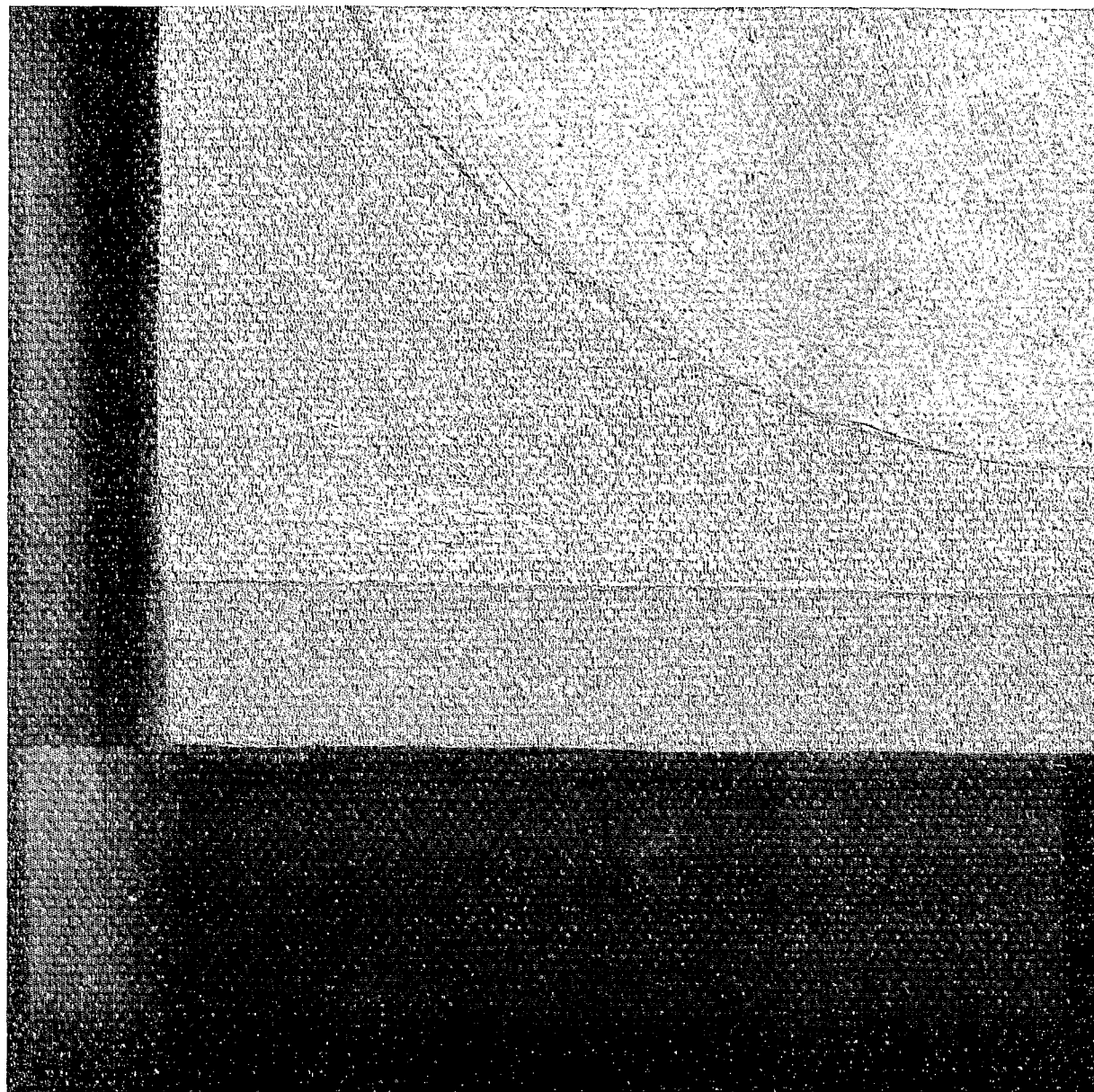
13/20

Fig. 6b



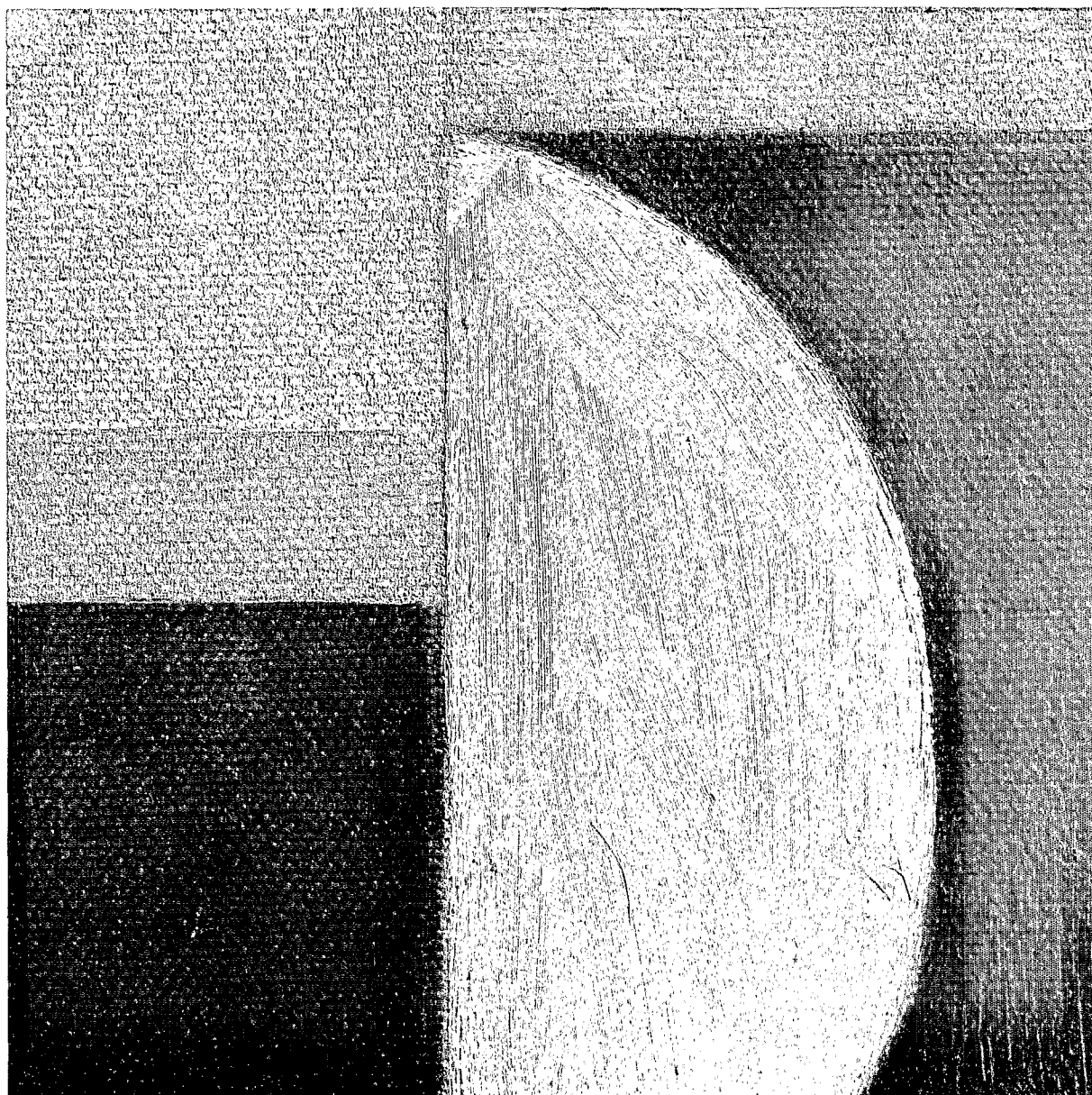
14/20

Fig. 6c



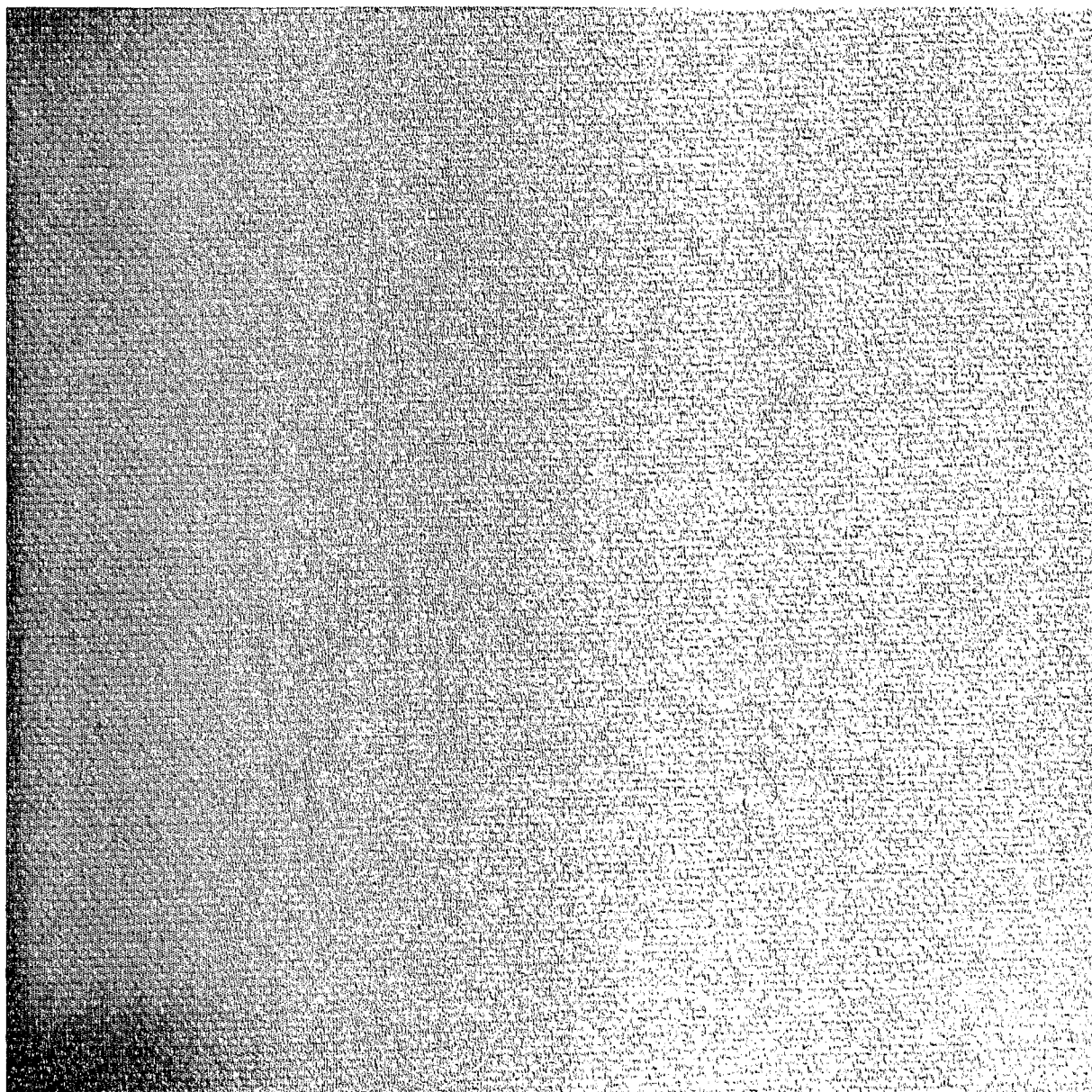
15/20

Fig. 6d



16/20

Fig. 6e



17/20

Fig. 7



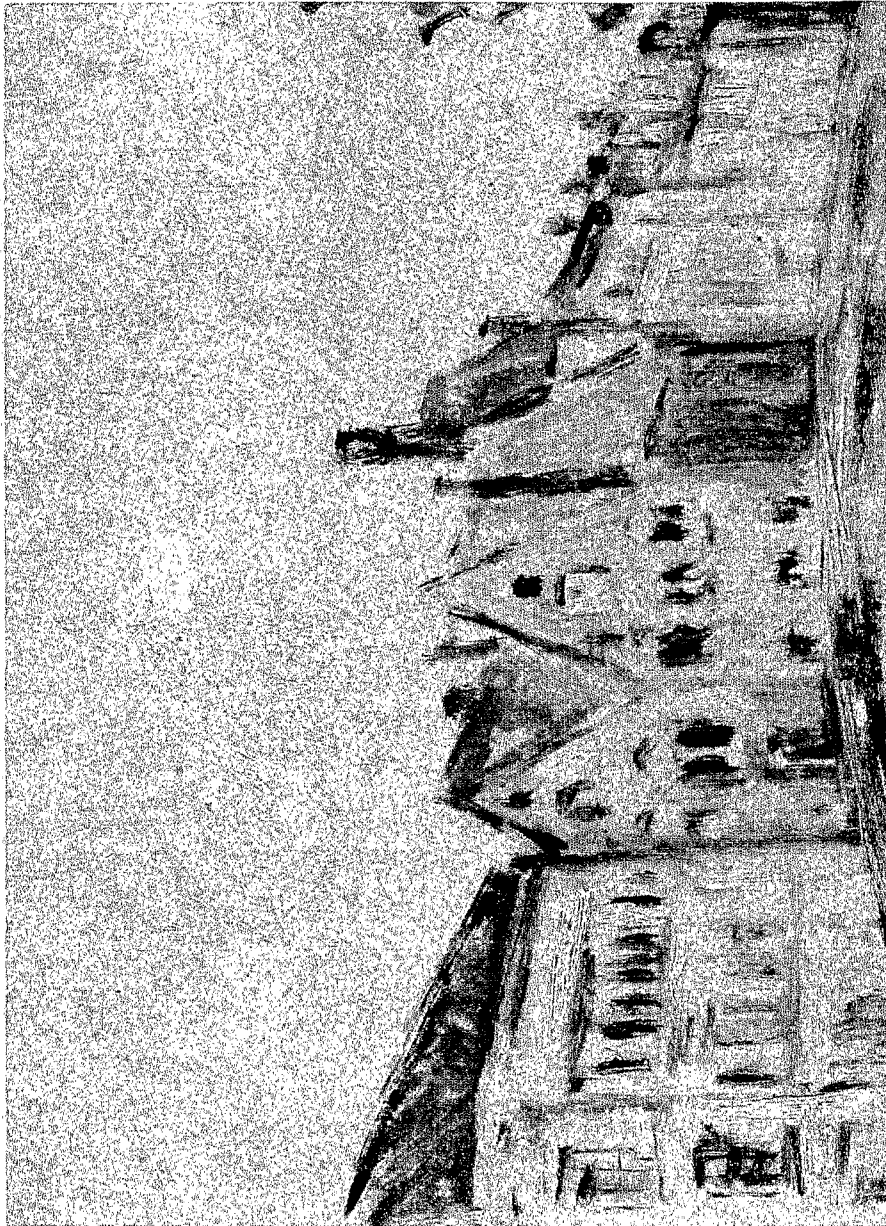
18/20

Fig 7a



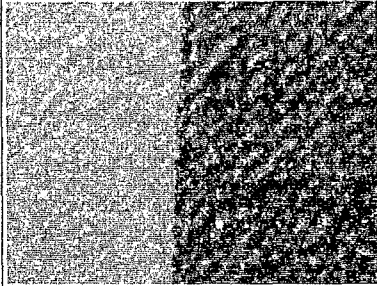
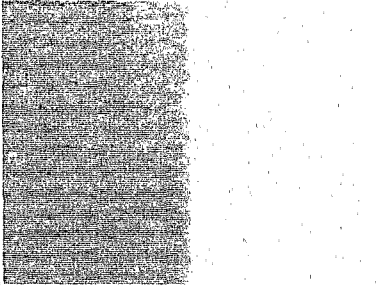
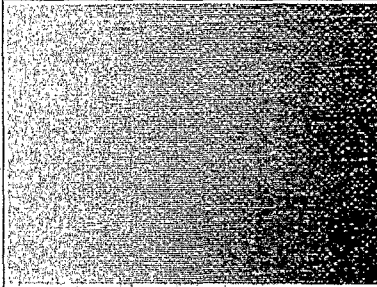
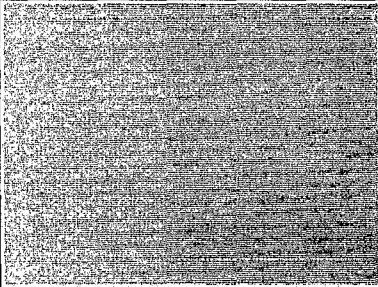
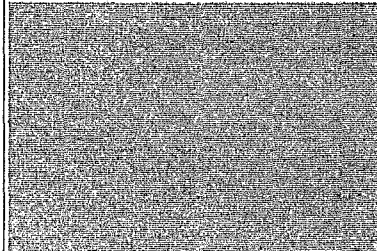
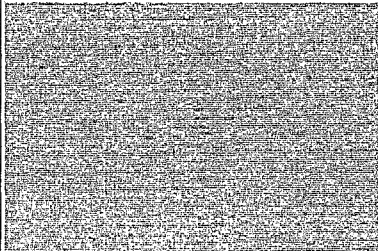
Micrograph

19/20
Zi. 8



20/20

Fig. 9

Original	Fälschung
Farbkante	Farbkante
	
Farbverlauf	Farbverlauf
	
Pinzelstrich	Pinzelstrich
	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2010/000534

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G06K9/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06K

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>JOHNSON C R ET AL: "Image processing for artist identification"</p> <p>IEEE SIGNAL PROCESSING MAGAZINE, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US LNKD-DOI:10.1109/MSP.2008.923513, vol. 25, no. 4, 1 July 2008 (2008-07-01), pages 37-48, XP011228189</p> <p>ISSN: 1053-5888</p> <p>page 37, paragraph 1 - paragraph 2</p> <p>page 38, paragraph 2 - paragraph 7</p> <p>page 40, paragraph 2 - page 41, last paragraph</p> <p>page 42, paragraph 1 - paragraph 3</p> <p style="text-align: center;">-----</p> <p style="text-align: center;">-/-</p>	1,2,4-7, 10-14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 September 2010

Date of mailing of the international search report

04/10/2010

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Darolti, Cristina

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2010/000534

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>BEREZHNOY I E ET AL: "Authentic: Computerized Brushstroke Analysis" IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MULTIMEDIA AND EXPO, 2005. ICME 2005. AMSTERDAM, THE NETHERLANDS, 06-08 JULY 2005, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA LNKD- DOI:10.1109/ICME.2005.1521739, 6 July 2005 (2005-07-06), pages 1586-1588, XP010843976 ISBN: 978-0-7803-9331-8 page 1, paragraph 1 - paragraph 3 Sect.2 page 1 - page 2; figures 2-4</p>	1,2,4,5, 8-14
X	<p>MELZER T ET AL: "Stroke detection of brush strokes in portrait miniatures using a semi-parametric and a model based approach" PATTERN RECOGNITION, 1998. PROCEEDINGS. FOURTEENTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON BRISBANE, QLD., AUSTRALIA 16-20 AUG. 1998, LOS ALAMITOS, CA, USA, IEEE COMPUT. SOC, US LNKD- DOI:10.1109/ICPR.1998.711184, vol. 1, 16 August 1998 (1998-08-16), pages 474-476, XP010297588 ISBN: 978-0-8186-8512-5 page 1 - page 2; figure 1</p>	1,2,4,5, 10-14
X	<p>SABLATNIG R ET AL: "Hierarchical classification of paintings using face- and brush stroke models" PATTERN RECOGNITION, 1998. PROCEEDINGS. FOURTEENTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON BRISBANE, QLD., AUSTRALIA 16-20 AUG. 1998, LOS ALAMITOS, CA, USA, IEEE COMPUT. SOC, US LNKD- DOI:10.1109/ICPR.1998.711107, vol. 1, 16 August 1998 (1998-08-16), pages 172-174, XP010297463 ISBN: 978-0-8186-8512-5 page 1; figures 2-4 sect: face extraction page 3</p>	1-5, 10-14
X	<p>US 6 017 218 A (BRIGHT THOMAS J [US]) 25 January 2000 (2000-01-25) column 1, line 40 - line 55 column 3, line 60 - column 4, line 35</p>	1,2,4,5, 10-14
	-/--	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2010/000534

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>Lyu, S. and Rockmore, D. and Farid, H.: "A digital technique for art authentication"[Online] 7 December 2004 (2004-12-07), XP002601838 Proceedings of the National Academy of Sciences 101(49) Retrieved from the Internet: URL:http://www.pnas.org/content/101/49/17006.abstract> [retrieved on 2010-09-18] page 1, paragraph 5 page 2, paragraph 1 - paragraph 2; figure 4</p>	1,2,4-7, 10-14
X	<p>-----</p> <p>"First International Workshop on Image Processing for Artist Identification"[Online] 14 May 2007 (2007-05-14), XP002601839 Retrieved from the Internet: URL:http://www.digitalpaintinganalysis.org/literature/descrip_1_07.pdf> [retrieved on 2010-09-18] page 1 - page 15</p>	1,2,4,5, 10-14
A	<p>-----</p> <p>DUDA R ET AL: "Pattern Classification, chapter 9: Algorithm-Independent Machine Learning" 1 January 2001 (2001-01-01), PATTERN CLASSIFICATION, NEW YORK, JOHN WILEY & SONS, US, PAGE(S) 453 - 515 , XP002472161 ISBN: 978-0-471-05669-0 the whole document</p> <p>-----</p>	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

international application No

PCT/DE2010/000534

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6017218	A	25-01-2000	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2010/000534

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G06K9/00

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G06K

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>JOHNSON C R ET AL: "Image processing for artist identification"</p> <p>IEEE SIGNAL PROCESSING MAGAZINE, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US LNKD-DOI:10.1109/MSP.2008.923513, Bd. 25, Nr. 4, 1. Juli 2008 (2008-07-01), Seiten 37-48, XP011228189</p> <p>ISSN: 1053-5888</p> <p>Seite 37, Absatz 1 - Absatz 2</p> <p>Seite 38, Absatz 2 - Absatz 7</p> <p>Seite 40, Absatz 2 - Seite 41, letzter Absatz</p> <p>Seite 42, Absatz 1 - Absatz 3</p> <p>-----</p> <p>-/--</p>	1,2,4-7, 10-14



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

27. September 2010

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/10/2010

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040.
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Darolti, Cristina

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2010/000534

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>BEREZHNOY I E ET AL: "Authentic: Computerized Brushstroke Analysis" IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MULTIMEDIA AND EXPO, 2005. ICME 2005. AMSTERDAM, THE NETHERLANDS, 06-08 JULY 2005, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA LNKD- DOI:10.1109/ICME.2005.1521739, 6. Juli 2005 (2005-07-06), Seiten 1586-1588, XP010843976 ISBN: 978-0-7803-9331-8 Seite 1, Absatz 1 - Absatz 3 Sect.2 Seite 1 - Seite 2; Abbildungen 2-4</p> <p>-----</p>	1,2,4,5, 8-14
X	<p>MELZER T ET AL: "Stroke detection of brush strokes in portrait miniatures using a semi-parametric and a model based approach" PATTERN RECOGNITION, 1998. PROCEEDINGS. FOURTEENTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON BRISBANE, QLD., AUSTRALIA 16-20 AUG. 1998, LOS ALAMITOS, CA, USA, IEEE COMPUT. SOC, US LNKD- DOI:10.1109/ICPR.1998.711184, Bd. 1, 16. August 1998 (1998-08-16), Seiten 474-476, XP010297588 ISBN: 978-0-8186-8512-5 Seite 1 - Seite 2; Abbildung 1</p> <p>-----</p>	1,2,4,5, 10-14
X	<p>SABLATNIG R ET AL: "Hierarchical classification of paintings using face- and brush stroke models" PATTERN RECOGNITION, 1998. PROCEEDINGS. FOURTEENTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON BRISBANE, QLD., AUSTRALIA 16-20 AUG. 1998, LOS ALAMITOS, CA, USA, IEEE COMPUT. SOC, US LNKD- DOI:10.1109/ICPR.1998.711107, Bd. 1, 16. August 1998 (1998-08-16), Seiten 172-174, XP010297463 ISBN: 978-0-8186-8512-5 Seite 1; Abbildungen 2-4 sect: face extraction Seite 3</p> <p>-----</p>	1-5, 10-14
X	<p>US 6 017 218 A (BRIGHT THOMAS J [US]) 25. Januar 2000 (2000-01-25) Spalte 1, Zeile 40 - Zeile 55 Spalte 3, Zeile 60 - Spalte 4, Zeile 35</p> <p>-----</p> <p>-/--</p>	1,2,4,5, 10-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2010/000534

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>Lyu, S. and Rockmore, D. and Farid, H.: "A digital technique for art authentication"[Online] 7. Dezember 2004 (2004-12-07), XP002601838 Proceedings of the National Academy of Sciences 101(49) Gefunden im Internet: URL:http://www.pnas.org/content/101/49/17006.abstract> [gefunden am 2010-09-18] Seite 1, Absatz 5 Seite 2, Absatz 1 - Absatz 2; Abbildung 4</p>	1,2,4-7, 10-14
X	<p>"First International Workshop on Image Processing for Artist Identification"[Online] 14. Mai 2007 (2007-05-14), XP002601839 Gefunden im Internet: URL:http://www.digitalpaintinganalysis.org/literature/descrip_1_07.pdf> [gefunden am 2010-09-18] Seite 1 - Seite 15</p>	1,2,4,5, 10-14
A	<p>DUDA R ET AL: "Pattern Classification, chapter 9: Algorithm-Independent Machine Learning" 1. Januar 2001 (2001-01-01), PATTERN CLASSIFICATION, NEW YORK, JOHN WILEY & SONS, US, PAGE(S) 453 - 515 , XP002472161 ISBN: 978-0-471-05669-0 das ganze Dokument</p>	1-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2010/000534

Im Recherchenbericht
angeführtes Patentdokument

Datum der
Veröffentlichung

Mitglied(er) der
Patentfamilie

Datum der
Veröffentlichung

US 6017218 A 25-01-2000 KEINE
