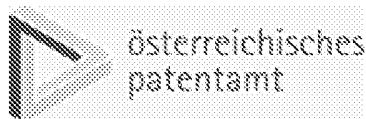


(19)



(10)

AT 514660 A1 2015-02-15

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 50456/2013
 (22) Anmeldetag: 16.07.2013
 (43) Veröffentlicht am: 15.02.2015

(51) Int. Cl.: **G06K 9/20** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
 US 2006285726 A1
 DE 102006045626 A1
 DE 102008028689 A1

(71) Patentanmelder:
 AIT AUSTRIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY
 GMBH
 1220 WIEN (AT)

(74) Vertreter:
 WILDHACK & JELLINEK PATENTANWÄLTE
 OG
 WIEN

(54) Verfahren zur Prüfung eines Gegenstands auf Echtheit

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Prüfung eines Gegenstands (1) auf Echtheit, - wobei der Gegenstand (1) beleuchtet und ein Bild (B_a) zumindest eines beleuchteten Teilbereichs des Gegenstands (1) erstellt wird, und - wobei zur Beleuchtung des Gegenstands (1) ein Beleuchtungsmuster (M_a) auf den Gegenstand (1) projiziert wird, indem zumindest zwei von im Bild (B_a) abgebildeten Bereichen des Gegenstands (1) mit unterschiedlicher Beleuchtungsintensität und/oder -farbe (m) beleuchtet werden, wobei - für jeden zu prüfenden Gegenstand (1) nach Zufallskriterien jeweils ein Beleuchtungsmuster (M_a) vorgegeben wird, - dass ein kompensiertes Bild (B_k) erstellt wird, indem der Einfluss der durch das Beleuchtungsmuster bewirkten unterschiedlichen Beleuchtung des Gegenstands (1) kompensiert wird, und - dass das so kompensierte Bild (B_k) mit einem vorab vorgegebenen Referenzbild (3) verglichen wird und im Falle der Übereinstimmung mit diesem Referenzbild (3) als echt angesehen wird.

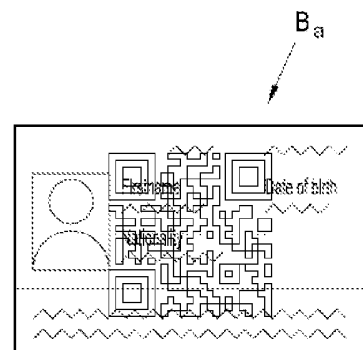


Fig. 2b

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Prüfung eines Gegenstands (1) auf Echtheit,

- wobei der Gegenstand (1) beleuchtet und ein Bild (B_a) zumindest eines beleuchteten Teilbereichs des Gegenstands (1) erstellt wird, und
- wobei zur Beleuchtung des Gegenstands (1) ein Beleuchtungsmuster (M_a) auf den Gegenstand (1) projiziert wird, indem zumindest zwei von im Bild (B_a) abgebildeten Bereichen des Gegenstands (1) mit unterschiedlicher Beleuchtungsintensität und/oder -farbe (m) beleuchtet werden, wobei
- für jeden zu prüfenden Gegenstand (1) nach Zufallskriterien jeweils ein Beleuchtungsmuster (M_a) vorgegeben wird,
- dass ein kompensiertes Bild (B_k) erstellt wird, indem der Einfluss der durch das Beleuchtungsmuster bewirkten unterschiedlichen Beleuchtung des Gegenstands (1) kompensiert wird, und
- dass das so kompensierte Bild (B_k) mit einem vorab vorgegebenen Referenzbild (3) verglichen wird und im Falle der Übereinstimmung mit diesem Referenzbild (3) als echt angesehen wird.

Fig. 2b

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Prüfung eines Gegenstands auf Echtheit.

Sicherheitsdokumente und sicherheitsrelevante Gegenstände, wie zum Beispiel Reisepässe, ID-Karten usw., werden in der Regel durch mehrere Sicherheitsmerkmale vor Fälschung geschützt. Ein Beispiel für solche Sicherheitsmerkmale ist die Verwendung spezieller Druckfarben, wobei das bedruckte Sicherheitsdokument oder der sicherheitsrelevante Gegenstand bei unterschiedlicher Beleuchtung, wie zum Beispiel der Beleuchtung mit ultraviolettem Licht, sichtbarem Licht oder infrarotem Licht jeweils Licht unterschiedlicher Wellenlängen reflektiert. Beispielsweise können Sicherheitsdokumente oder sicherheitsrelevante Gegenstände bei Bestrahlung mit ultraviolettem Licht gelb leuchten und bei Bestrahlung mit sichtbarem Licht transparent sein. Hierbei wird grundsätzlich angenommen, dass Fälscher die Sicherheitsmerkmale der Sicherheitsdokumente oder sicherheitsrelevanten Gegenstände nur teilweise nachahmen können. Insbesondere wird angenommen, dass nicht alle verwendeten Spektralbereiche der im jeweiligen Sicherheitsdokuments oder sicherheitsrelevanten Gegenstands verwendeten Farben nachgebildet werden können.

Bei der aus dem Stand der Technik bekannten Überprüfung wird der Gegenstand mit den drei am häufigsten verwendeten Spektralbereichen, nämlich mit sichtbarem Licht, mit infrarotem Licht und mit Licht aus dem nahen ultravioletten Bereich, beleuchtet. Es wird eine automatisierte Prüfung mit einem Lesegerät oder Scanner vorgenommen, wobei diese genannten Arten der Beleuchtung hintereinander in jeweils der gleichen zeitlichen Abfolge vorgenommen werden. Dabei werden zur einfachen Durchführbarkeit jeweils Aufnahmen erstellt, die ein Bild des jeweiligen Gegenstands bei einer Beleuchtung mit einer der drei unterschiedlichen Beleuchtungen zeigen.

Wenn die drei Aufnahmen in sehr kurzen Abständen voneinander vorgenommen werden, ist es praktisch unmöglich, einen Angriff mit einem handelsüblichen Dokument vorzunehmen.

Eine solche Prüfung auf Echtheit eines Gegenstands ist jedoch anfällig für die im Folgenden dargestellte Attacke: Da es für das Bestehen der Echtheitsprüfung lediglich erforderlich ist, ein bestimmtes Lichtmuster in einer bestimmten zeitlichen Abfolge zu erzeugen, braucht ein potentieller Angreifer unter bestimmten Voraussetzungen die in den Sicherheitsdokumenten oder sicherheitsrelevanten Gegenständen vorhandenen Sicherheitsmerkmale nicht zu fälschen. Sofern die Beleuchtungsabfolge a priori bekannt ist und dem Angreifer auch ein echter Gegenstand zur Verfügung steht, ist es für einen

Angreifer sogar möglich, durch Verwendung eines Bildschirms oder aktiven Displays die jeweils vorliegende Beleuchtung vorherzusehen und das aktive Display, beispielsweise das Display eines Mobiltelefons, derart zu programmieren, dass es entsprechend der jeweiligen Beleuchtung ein Bild darstellt, das der jeweiligen Oberfläche des Sicherheitsdokuments oder sicherheitsrelevanten Gegenstands bei der jeweiligen Bestrahlung entspricht. Um einen solchen Angriff durchzuführen, benötigt der Angreifer, wie bereits erwähnt, lediglich Bilder eines Dokuments in den drei Spektralbereichen, in denen die Beleuchtung vorgenommen wird. Weiters benötigt der Angreifer auch Kenntnis über den zeitlichen Ablauf der drei Aufnahmen, um dem Lesegerät ein echtes Dokument vorzuspielen.

Sofern der Angreifer Zugriff auf ein gültiges Dokument hat, kann auch die Voraberstellung der Bilder für die drei Spektralbereiche nicht verhindert werden. Der aus dem Stand der Technik bekannte Scan-Vorgang des Lesegeräts selbst läuft nach einem vorab bestimmten Muster immer gleich ab. Kennt der Angreifer auch die Beleuchtungsabfolge, so kann er die Attacke ohne Weiteres erfolgreich führen und bei der Prüfung ein echtes Dokument simulieren.

Aufgabe der Erfindung ist es, Angriffe der eingangs beschriebenen Art erfolgreich zu verhindern. Die Erfindung löst diese Aufgabe bei einem Verfahren der eingangs genannten Art mit dem kennzeichnenden Merkmal des Patentanspruchs 1.

Erfindungsgemäß ist bei einem Verfahren zur Prüfung eines Gegenstands auf Echtheit, wobei der Gegenstand beleuchtet und ein Bild zumindest eines beleuchteten Teilbereichs des Gegenstands erstellt wird, und wobei zur Beleuchtung des Gegenstands ein Beleuchtungsmuster auf den Gegenstand projiziert wird, indem zumindest zwei von im Bild abgebildeten Bereichen des Gegenstands mit unterschiedlicher Beleuchtungsintensität und/oder -farbe beleuchtet werden, vorgesehen, dass für jeden zu prüfenden Gegenstand nach Zufallskriterien jeweils ein Beleuchtungsmuster vorgegeben wird, dass ein kompensiertes Bild erstellt wird, indem der Einfluss der durch das Beleuchtungsmuster bewirkten unterschiedlichen Beleuchtung des Gegenstands kompensiert wird, und dass das so kompensierte Bild mit einem vorab vorgegebenen Referenzbild verglichen wird und im Falle der Übereinstimmung mit diesem Referenzbild als echt angesehen wird. Mittels dieses Verfahrens kann auf einfache Weise eine Attacke, wie eingangs beschrieben, verhindert werden.

Eine vorteilhafte und einfache Kompensation des aufgenommenen Bilds sowie eine einfache Erstellung des kompensierten Bilds, sieht vor, dass angenommen wird, dass die Aufnahme von Oberflächenbereichen eines Referenzgegenstands, der dem Referenzbild zugrunde liegt, unabhängig von der jeweiligen durch das Beleuchtungsmuster vorgegebenen Beleuchtungsintensität und/oder -farbe jeweils identische Farb- und/oder Helligkeitswerte im kompensierten Bild liefert.

Um eine zusätzliche Sicherheitsmaßnahme zur Vermeidung der eingangs genannten Attacke vorzunehmen, kann vorgesehen sein, dass ein Differenzbild zwischen dem Bild und dem kompensierten Bild erstellt wird, indem pixelweise ein Unterschiedswert zwischen dem Farb- und Helligkeitswert des Pixels im Bild und dem Farb- und Helligkeitswert des entsprechenden Pixels im kompensierten Bild ermittelt und anschließend das Differenzbild mit dem Beleuchtungsmuster verglichen wird und dass der Gegenstand nur dann als echt angesehen wird, wenn das Beleuchtungsmuster im Differenzbild enthalten ist.

Die Kompensation der unterschiedlichen Beleuchtungsintensität kann vorgenommen werden, indem dass eine Kompensationsfunktion $K(m,p)$ vorgegeben wird, die einen einem Pixel des Bilds zugeordneten Farb- und/oder Helligkeitswert hinsichtlich der unterschiedlichen Beleuchtungsintensitäten und -farben kompensiert und einen kompensierten Farb- und Helligkeitswert ermittelt, sodass Bereiche mit der gleichen Farbe und/oder Helligkeit des Gegenstands unabhängig von ihrer jeweiligen Beleuchtung durch das Beleuchtungsmuster jeweils dieselbe kompensierten Farb- und Helligkeitswerte aufweisen, und

dass das kompensierte Bild erstellt wird, indem für jeden auf ein Pixel des Bilds abgebildeten Abschnitt des Gegenstands jeweils die auf diesen eingestrahlte Beleuchtungsintensität und/oder -farbe in Form eines Beleuchtungsintensitäts- und -farbwerts ermittelt wird und der kompensierte Farb- und/oder Helligkeitswert des jeweiligen Pixels des kompensierten Bilds als Ergebnis der Anwendung der Kompensationsfunktion $K(m, p)$ auf den jeweiligen Farb- und Helligkeitswert des jeweiligen Pixels ermittelt wird.

Um eine Feststellung der Echtheit eines Gegenstands mit einer einzelnen Beleuchtung zu ermöglichen, kann vorgesehen sein, dass jeder im Bild abgebildete Teilbereich des Gegenstands mit einer vorgegebenen Mindestbeleuchtungsintensität beleuchtet wird.

Eine besonders einfache und effiziente Art der Beleuchtung sieht vor, dass dem Beleuchtungsmuster ein Binärbild zugrunde liegt, das, insbesondere pixelweise, auf den Gegenstand projiziert wird, wobei denjenigen Pixeln des projizierten Binärbilds, denen der eine binäre Wert zugewiesen ist, eine erste Beleuchtungsintensität und/oder -farbe und denjenigen Bildpunkten, denen der andere binäre Wert zugewiesen ist, eine zweite Beleuchtungsintensität und/oder -farbe zugeordnet wird.

Eine vorteilhafte Variante des Verfahrens, die auf mehreren aufgenommenen Bildern beruht und die eine besonders einfache Kompensation der Einflüsse der unterschiedlichen Beleuchtungsmuster ermöglicht, sieht vor, dass der Gegenstand mit einem zumindest weiteren Beleuchtungsmuster beleuchtet wird und zumindest ein weiteres Bild zumindest des Gegenstands erstellt wird, indem der Gegenstand mit zumindest einem weiteren Beleuchtungsmuster beleuchtet wird, wobei die Summe der Beleuchtungsintensitäten, die auf die Teilbereiche des Gegenstands bei der Beleuchtung und dieser zumindest einen weiteren Beleuchtung einwirkt, für sämtliche Abschnitte des Gegenstands bekannt, und insbesondere konstant, ist, dass die einzelnen Einflüsse der durch das Beleuchtungsmuster bewirkten unterschiedlichen Beleuchtungen des Gegenstands kompensiert werden, indem das kompensierte Bild aus dem Bild und dem weiteren Bild oder den weiteren Bildern durch pixelweise Aggregation, insbesondere durch Mittelwertbildung oder Maximumbildung, erstellt wird.

Zur Herstellung eines Beleuchtungsmusters kann insbesondere vorgesehen sein, dass zusammenhängende Abschnitte des Beleuchtungsmusters, für die jeweils dieselbe Beleuchtungsintensität und/oder -farbe verwendet werden, auf Bildabschnitte im Bild oder im weiteren Bild abgebildet werden, deren Abmessungen eine vorgegebene Anzahl von Pixeln, insbesondere von mindestens 2, insbesondere ca. 10 bis etwa 100, Pixeln, übersteigt.

Bei handelsüblichen Prüfgeräten sind oft mehrere Leuchtelemente vorgesehen, die insgesamt und in ihrer Summe eine homogene Beleuchtung des Gegenstands ermöglichen, die jedoch für sich und im Einzelnen einen kontinuierlichen Farbverlauf aufweisen. Dementsprechend ist es möglich, dass das Beleuchtungsmuster und das oder die weiteren Beleuchtungsmuster jeweils kontinuierliche Farb- und/oder Helligkeitsverläufe aufweisen.

Die Erfindung wird anhand mehrerer Ausführungsbeispiele exemplarisch dargestellt.

Fig. 1a und 1b zeigen die Prüfeinheit 10 bei Aufnahme eines Gegenstands sowie bei Durchführung einer Attacke. **Fig. 2a** zeigt exemplarisch ein Beleuchtungsmuster. **Fig. 2b** zeigt einen mit einem Beleuchtungsmuster beleuchteten Gegenstand in einem erstellten Bild. **Fig. 2c** zeigt ein kompensiertes Bild. **Fig. 3** zeigt schematisch die Vorgehensweise bei der Echtheitsprüfung bei einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung. **Fig. 4a** zeigt ein erstes Beleuchtungsmuster. **Fig. 4b** zeigt ein zweites Beleuchtungsmuster, das durch Inversion des ersten Beleuchtungsmusters erstellt wurde. **Fig. 4c** zeigt ein Bild des mit dem ersten Beleuchtungsmuster beleuchteten Gegenstands. **Fig. 4d** zeigt ein Bild des mit dem zweiten Beleuchtungsmuster beleuchteten Gegenstands. **Fig. 4e** zeigt ein kompensiertes Bild. **Fig. 4f** zeigt ein Differenzbild. **Fig. 5** zeigt schematisch die Vorgehensweise beim zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

In **Fig. 1a und 1b** ist eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Prüfeinheit 10 dargestellt. **Fig. 1** zeigt eine Prüfeinheit 10, die eine Projektionseinheit 11 sowie eine Aufnahmeeinheit 12 aufweist. Die Prüfeinheit 10 weist ferner eine Steuereinheit 15 auf, die die Projektionseinheit 11 und die Aufnahmeeinheit 12 ansteuert.

Fig. 1a zeigt einen auf Echtheit zu untersuchenden Gegenstand 1, der in die Prüfeinheit 10 eingebracht wird und sich im Projektionsbereich der Projektionseinheit 11 sowie im Aufnahmebereich der Aufnahmeeinheit 12 befindet. Der Projektionsbereich der Projektionseinheit 11 und der Aufnahmebereich der Aufnahmeeinheit 12 überlappen einander im vorliegenden Ausführungsbeispiel weitestgehend. Grundsätzlich reicht es jedoch aus, wenn der Projektionsbereich der Projektionseinheit 11 und der Aufnahmebereich der Aufnahmeeinheit 12 einander bloß teilweise überlappen und der Gegenstand 1 sich teilweise in diesem Überlappungsbereich befindet.

Fig. 1b zeigt den Versuch einer Attacke mit einem Mobiltelefon 2, das ein aktives Display 21 mit einer Hinterleuchtung 22 aufweist, das bei der Attacke anstelle des Gegenstands 1 verwendet wird.

Der Gegenstand 1 wird in zumindest einem seiner Teilbereiche, wie insbesondere wie im vorliegenden Ausführungsbeispiel dargestellt, zur Gänze von einem Beleuchtungsmuster M_a beleuchtet, das die Projektionseinheit 11 auf den Gegenstand 1 projiziert. Im Zuge dieser Beleuchtung des Gegenstands 1 wird von der Steuereinheit 15 das Beleuchtungsmuster M_a zur Projektionseinheit 11 übertragen und von dieser auf den Gegenstand 1 projiziert. Die Aufnahmeeinheit 12 erstellt - gesteuert von der Steuereinheit 15 - ein Bild B_a des mit dem Beleuchtungsmuster M_a beleuchteten Gegenstands 1.

Bei der Beleuchtung mit dem Beleuchtungsmuster M_a werden einzelne Bereiche des Gegenstands 1 mit unterschiedlicher Beleuchtungsintensität beleuchtet. Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass anstelle unterschiedlicher Beleuchtungsintensitäten auch unterschiedliche Beleuchtungsfarben verwendet werden, die von der Aufnahmeeinheit 12 detektierbar und unterscheidbar sind. Auch ist es möglich, dass für unterschiedliche Bereiche des Gegenstands 1 sowohl unterschiedliche Beleuchtungsintensitäten als auch unterschiedliche Beleuchtungsfarben verwendet werden können.

Um zu vermeiden, dass ein Gegenstand 1 mittels der eingangs genannten Attacke simuliert und für echt befunden werden kann, wird vor der Durchführung der Beleuchtung und der Bildaufnahme für jeden Gegenstand 1 separat jeweils ein Beleuchtungsmuster M_a nach Zufallskriterien vorgegeben. Das Bild, das sich bei Bestrahlung eines weißen Hintergrunds mit dem Beleuchtungsmuster M_a bei der Aufnahmeeinheit 12 ergibt, ist in **Fig. 2a** dargestellt. Das Beleuchtungsmuster M_a wird durch einen QR-Code vorgegeben. Dieser QR-Code wird von der Steuereinheit 15 in einem Mustererstellungsschritt 30 (**Fig. 3**) anhand einer zufälligen Zeichenkette erstellt und in dem jeweiligen, von der Projektionseinheit 1 abzugebenden Beleuchtungsmuster M_a angeordnet. Diejenigen Stellen, an denen der QR-Code eine schwarze Farbgebung aufweist, werden beim vorliegenden Ausführungsbeispiel mit einer Farbe mit geringerer Intensität oder mit einer anderen Farbe beleuchtet, als diejenigen Bereiche im QR-Code, die weiß sind. Die Beleuchtungsintensität für die dunklen bzw. schwarzen, d.h. unbeleuchteten, Bereiche des QR-Codes wird nicht auf Schwarz, d.h. völlig unbeleuchtet, gesetzt, sondern erhält einen etwa mittelhellen, grauen, Intensitätswert, sodass die Farbe und Oberflächenstruktur des zu untersuchenden Gegenstands 1 grundsätzlich wahrnehmbar sind.

Der Gegenstand 1 wird in einem Beleuchtungsschritt 31 (**Fig. 3**) von der Projektionseinheit 11 beleuchtet. In einem Aufnahmeschritt 32 wird ein Bild B_a des Gegenstands 1 von der Aufnahmeeinheit 12 erstellt.

In **Fig. 2b** ist ein Bild B_a eines Gegenstands 1 dargestellt, der mit dem in **Fig. 2a** dargestellten und durch den QR-Code festgelegten Beleuchtungsmuster M_a beleuchtet ist.

Der bei der Aufnahme verwendete bzw. aufgrund von Zufallskriterien in das Beleuchtungsmuster M_a eingegangene QR-Code ist der Steuereinheit 15 bekannt, sodass nach einmal erfolgter Kalibrierung der Projektionseinheit 11 und der Aufnahmeeinheit 12

zueinander bekannt ist, welche Bereiche des von der Bildaufnahmeeinheit erstellten Bilds B_a aufgrund des Beleuchtungsmusters M_a im erstellten Bild B_a heller oder dunkler erscheinen sollen.

Ebenso kann durch Kalibrierung eine Kompensationsfunktion $K(m,p)$ ermittelt werden, die, ausgehend von der Helligkeit und Farbe p eines Pixels im Bild B_a und der Helligkeit und Farbe m des Beleuchtungsmusters M_a im Bereich, der auf das jeweilige Pixel abgebildet ist, auf die Helligkeit p_k des Gegenstands zurückschließen kann. Bereiche am Gegenstand 1, die identische Farbe und/oder Helligkeit aufweisen, können somit unabhängig von ihrer jeweiligen Beleuchtung durch das Beleuchtungsmuster M_a jeweils in dieselben, kompensierten Farb- und Helligkeitswerte $p_k = K(m,p)$ umgewandelt werden, solange die verwendete Beleuchtung m hell genug ist. Es wird in einem Kompensationsschritt (33) ein kompensiertes Bild B_k erstellt, wobei für jeden auf ein Pixel des Bilds B_a abgebildeten Abschnitt des Gegenstands 1 jeweils die auf diesen eingestrahlte Beleuchtungsintensität und -farbe in Form eines Beleuchtungsintensitäts- oder -farbwerts m ermittelt wird. Anschließend wird der kompensierte Farb- und/oder Helligkeitswert p_k des jeweiligen Pixels des kompensierten Bilds B_k als Ergebnis der Anwendung der Kompensationsfunktion $K(m,p)$ auf den jeweiligen Farb- und Helligkeitswert p des jeweiligen Pixels ermittelt. Das kompensierte Bild B_k , das durch Kompensation der unterschiedlichen Einstrahlungswerte erstellt wird, ist in **Fig. 2c** dargestellt.

Nach dem Kompensationsschritt 33 wird das ermittelte, kompensierte Bild B_k mit einem vorab vorgegebenen Referenzbild verglichen. Ein solches Referenzbild B_{ref} kann beispielsweise von einem Referenzgegenstand 1' bei homogener Belichtung erstellt worden sein. Im Falle der Übereinstimmung des kompensierten Bilds B_k mit dem Referenzbild B_{ref} wird der Gegenstand 1 als echt angesehen.

Zur zusätzlichen Prüfung des Gegenstands 1 kann auch untersucht werden, ob der durch das jeweilige Beleuchtungsmuster M_a vorgegebene QR-Code im jeweiligen Bild enthalten ist. Hierfür kann pixelweise der Unterschiedswert zwischen dem Farb- und Helligkeitswert p des Pixels im Bild B und dem Farb- und Helligkeitswert p_k des entsprechenden Pixels im kompensierten Bild B_k ermittelt werden. Anschließend wird ein Differenzbild 4 mit dem Beleuchtungsmuster M_a verglichen, wobei der Gegenstand 1 nur dann als echt angesehen wird, wenn das Beleuchtungsmuster M_a im Differenzbild 4 enthalten ist.

Die Erstellung des verwendeten QR-Codes kann grundsätzlich nach zufälligen Kriterien vorgenommen werden. Das vorliegende Verfahren ist jedoch nicht auf QR-Codes beschränkt und kann insbesondere auch mit Barcodes oder anderen Mustern vorgenommen werden, die in einem von der Aufnahmeeinheit 12 erstellten Bild B_a detektierbar sind. Insbesondere kann zur verbesserten Detektierbarkeit vorgesehen sein, dass die einzelnen Strukturen, die jeweils unterschiedliche Beleuchtungsintensität aufweisen, zumindest Abmessungen von mindestens 2, insbesondere ca. 10 bis etwa 100, Pixeln aufweisen. Selbstverständlich ist es auch nicht erforderlich, unbedingt sichtbares Licht zur Erkennung von Helligkeitsunterschieden auf dem zu untersuchenden Gegenstand 1 zu verwenden. Insbesondere ist es auch möglich, UV-Licht oder infrarotes Licht für diesen Zweck zu verwenden, wobei in diesem Fall auch unterschiedliche Aufnahmeeinheiten vorgesehen sind, die jeweils an das von einem echten Gegenstand 1 reflektierte Licht bei der jeweiligen Bestrahlung angepasst sind.

Eine weitere Möglichkeit, eine zufällige und vom Angreifer vorab nicht bestimmbare Kodierung einzubringen, könnte darin bestehen, an Stelle einer Projektionseinheit 11 eine Vielzahl von Beleuchtungseinheiten in der Prüfeinheit 10 vorzusehen, die nach zufälligen Kriterien ein- bzw. ausgeschaltet werden. Wiederum ist es in einem solchen Fall aufgrund der vorbekannten Auswirkungen der Bestrahlung des Gegenstands 1 durch das jeweilige, von den Beleuchtungseinheiten erzeugte Beleuchtungsmuster M_a möglich, die Beleuchtungsintensität und/oder -farbe, insbesondere die Lage heller und dunkler Bereiche, vorab zu bestimmen und eine Kompensation des jeweiligen Bilds B vorzunehmen. Anschließend ist es aufgrund der vorgenommenen Kompensation selbstverständlich wieder möglich, ein Bild des Gegenstands 1 zu rekonstruieren und dieses mit einem Referenzbild B_{ref} zu vergleichen.

Aufgrund der von den Beleuchtungseinheiten erzeugten Helligkeitsverteilung ist es auch möglich, dass das Beleuchtungsmuster M_a einen kontinuierlichen Farb- und Helligkeitsverlauf aufweist.

Im Folgenden wird ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, bei dem eine Vorabkalibrierung, mit der vorgegeben wird, welcher Gegenstand, der sich im Aufnahmebereich eines Pixels der Aufnahmeeinheit 12 befindet, sich auch gleichzeitig im Projektionsbereich eines Beleuchtungspixels der Projektionseinheit 11 befindet, unterbleiben kann. Hierbei wird der Gegenstand 1 nicht bloß einmal, sondern zumindest zweimal mit unterschiedlichen Beleuchtungsmustern M_a , M_b beleuchtet. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel werden zwei Beleuchtungsmuster M_a , M_b gewählt, wobei das erste

Beleuchtungsmuster M_a (**Fig. 4a**) zufällig mittels eines Zufallsgenerators in einem Mustererstellungsschritt 40 vorgegeben wird. Das zweite Beleuchtungsmuster M_b (**Fig. 4b**) wird durch Invertieren 41 (**Fig. 5**) des ersten Beleuchtungsmusters M_a erstellt. In diesem Ausführungsbeispiel ist es durchaus möglich, dass das erste und/oder das zweite Beleuchtungsmuster M_a , M_b Bereiche enthalten, die vollkommen dunkel sind. Die beiden Beleuchtungsmuster M_a , M_b werden im vorliegenden Fall als zueinander invers vorgegeben, d.h. das erste Beleuchtungsmuster M_a ist an denjenigen Stellen dunkel bzw. schwarz, an denen das zweite Beleuchtungsmuster M_b hell ist, und umgekehrt.

Der Gegenstand 1 wird in einem ersten Beleuchtungsschritt 42 mit dem ersten Beleuchtungsmuster M_a beleuchtet und anschließend wird in einem ersten Bildaufnahmeschritt 43 ein erstes Bild B_a des Gegenstands 1 erstellt.

Der Gegenstand 1 wird in einem zweiten Beleuchtungsschritt 44 mit dem zweiten Beleuchtungsmuster M_b beleuchtet und anschließend wird in einem zweiten Bildaufnahmeschritt 45 ein zweites Bild B_b des Gegenstands 1 erstellt.

Sofern als Beleuchtungsmuster M_a , M_b ein binäres Schwarzweißbild verwendet wird, ist das erste Beleuchtungsmuster M_a an denjenigen Stellen schwarz, an denen das zweite Beleuchtungsmuster M_b weiß ist. Die Summe der Beleuchtungsintensitäten, die auf die Teilbereiche des Gegenstands 1 bei der Beleuchtung durch die beiden Beleuchtungsmuster M_a , M_b einwirkt, ist somit für sämtliche Abschnitte des Gegenstands 1 konstant und bekannt. Es ist daher im Folgenden möglich, die einzelnen Einflüsse der durch die Beleuchtungsmuster M_a , M_b bewirkten unterschiedlichen Beleuchtungen des Gegenstands 1 zu kompensieren und ein Kompensationsbild B_k zu erstellen, indem die beiden Bilder B_a , B_b , die bei der Beleuchtung des Gegenstands 1 mit jeweils einem der Beleuchtungsmuster M_a , M_b erstellt wurden, in einem Aggregationsschritt 46 addiert werden bzw. ein Mittelwert pixelweise aus diesen Bildern B_a , B_b erstellt wird. Wesentlicher Vorteil dieses Vorgehens gegenüber der ersten Ausführungsform der Erfindung ist, dass die Erkennungsrate wesentlich höher ist, und dass sich unterschiedliche Kontraste im zu untersuchenden und zu prüfenden Gegenstand 1 nicht auf die Erkennungsgenauigkeit des Prüfverfahrens auswirken. Weiters vorteilhaft ist auch, dass der Kontrast des Gegenstands höher sein kann, da dunkle Bereiche der ersten Bilds B_a durch entsprechende helle Bereiche im zweiten Bild B_b besser rekonstruiert und kompensiert werden können.

Es ist jedoch nicht zwingend erforderlich, dass lediglich zwei unterschiedliche Beleuchtungsmuster M_a , M_b verwendet werden und zwei Bilder B_a , B_b erstellt werden. Grundsätzlich kann eine beliebig große Anzahl unterschiedlicher Beleuchtungsmuster B_a , B_b und unterschiedlicher Beleuchtungsschritte 42, 44 vorgegeben werden, wobei die Summe der einzelnen Beleuchtungsintensitäten, die auf die Teilbereiche des Gegenstands 1 bei der Beleuchtung eingestrahlt werden, bekannt, und insbesondere homogen, ist.

Ist die Summe homogen, so besteht die Möglichkeit, das Bild einfach durch pixelweise Aggregation, nämlich durch Mittelwertbildung zu ermitteln.

Wird jeder von den Beleuchtungsmustern M_a , M_b erfasste Bereich des Gegenstands 1 zumindest einmal mit einem vorgegebenen, maximalen Beleuchtungswert oder einer maximalen Beleuchtungsintensität beleuchtet, so kann das kompensierte Bild B_k durch pixelweise Aggregation in Form von pixelweiser Maximumsbildung erstellt werden.

Sofern zumindest zwei Bilder B_a , B_b eines Gegenstands 1 mit zwei Beleuchtungsmustern M_a , M_b erstellt werden, ist es auch nicht mehr erforderlich, dass jeder im Bild B_a , B_b abgebildete Teilbereich des Gegenstands 1 mit einer vorgegebenen Mindestbeleuchtungsintensität beleuchtet wird, sondern dass jeder im Bild B_a , B_b abgebildete Teilbereich des Gegenstands 1 zumindest bei einer Aufnahme mit einer vorgegebenen Mindestbeleuchtungsintensität beleuchtet wird.

Wie auch bei der ersten Ausführungsform der Erfindung wird das kompensierte Bild B_k in einem Vergleichsschritt 48 mit einem Referenzbild B_{ref} verglichen und bei Übereinstimmung mit dem Referenzbild B_{ref} wird der Gegenstand 1 als echt angesehen. Darüber hinaus ist es selbstverständlich auch möglich, als zusätzliche Prüfung ein Differenzbild B_{diff} , wie im vorigen Ausführungsbeispiel beschrieben, zu erstellen und zu untersuchen, ob das Beleuchtungsmuster im Differenzbild B_{diff} enthalten ist. Hierfür wird ein erstes Differenzbild $B_{diff,1}$ durch pixelweise Differenzbildung 47 zwischen dem ersten erstellten Bild B_a und dem kompensierten Bild B_k ermittelt und es wird in einem Prüfungsschritt 49 untersucht, ob das bei der ersten Beleuchtung verwendete Beleuchtungsmuster M_a im ersten Differenzbild $B_{diff,1}$ enthalten ist. Anschließend wird analog ein zweites Differenzbild $B_{diff,2}$ zwischen dem zweiten Bild und dem kompensierten Bild B_k erstellt und untersucht, ob das zweite Beleuchtungsmuster M_b im zweiten Differenzbild $B_{diff,2}$ enthalten ist. Selbstverständlich kann es auch ausreichen, lediglich eines der beiden Differenzbilder $B_{diff,1}$, $B_{diff,2}$, wie dargestellt, zu prüfen.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Prüfung eines Gegenstands (1) auf Echtheit,
 - wobei der Gegenstand (1) beleuchtet und ein Bild (B_a) zumindest eines beleuchteten Teilbereichs des Gegenstands (1) erstellt wird, und
 - wobei zur Beleuchtung des Gegenstands (1) ein Beleuchtungsmuster (M_a) auf den Gegenstand (1) projiziert wird, indem zumindest zwei von im Bild (B_a) abgebildeten Bereichen des Gegenstands (1) mit unterschiedlicher Beleuchtungsintensität und/oder -farbe (m) beleuchtet werden,

dadurch gekennzeichnet, dass

 - für jeden zu prüfenden Gegenstand (1) nach Zufallskriterien jeweils ein Beleuchtungsmuster (M_a) vorgegeben wird,
 - dass ein kompensiertes Bild (B_k) erstellt wird, indem der Einfluss der durch das Beleuchtungsmuster bewirkten unterschiedlichen Beleuchtung des Gegenstands (1) kompensiert wird, und
 - dass das so kompensierte Bild (B_k) mit einem vorab vorgegebenen Referenzbild (3) verglichen wird und im Falle der Übereinstimmung mit diesem Referenzbild (3) als echt angesehen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Bild (B_a) kompensiert wird und ein kompensiertes Bild (B_k) erstellt wird, indem angenommen wird, dass die Aufnahme von Oberflächenbereichen eines Referenzgegenstands (1'), der dem Referenzbild (3) zugrunde liegt, unabhängig von der jeweiligen durch das Beleuchtungsmuster (B_a) vorgegebenen Beleuchtungsintensität und/oder -farbe jeweils identische Farb- und/oder Helligkeitswerte im kompensierten Bild (B_k) liefert.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Differenzbild (B_{diff}) zwischen dem Bild (B_a) und dem kompensierten Bild (B_k) erstellt wird, indem pixelweise ein Unterschiedswert zwischen dem Farb- und Helligkeitswert (p) des Pixels im Bild (B_a) und dem Farb- und Helligkeitswert (p_k) des entsprechenden Pixels im kompensierten Bild (B_k) ermittelt und anschließend das Differenzbild (4) mit dem Beleuchtungsmuster (M_a) verglichen wird und dass der Gegenstand (1) nur dann als echt angesehen wird, wenn das Beleuchtungsmuster (M_a) im Differenzbild (4) enthalten ist.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kompensationsfunktion $K(m,p)$ vorgegeben wird, die einen einem Pixel des Bilds (B_a) zugeordneten Farb- und/oder Helligkeitswert (p) hinsichtlich der

unterschiedlichen Beleuchtungsintensitäten und -farben kompensiert und einen kompensierten Farb- und Helligkeitswert (p_k) ermittelt, sodass Bereiche mit der gleichen Farbe und/oder Helligkeit des Gegenstands (1) unabhängig von ihrer jeweiligen Beleuchtung durch das Beleuchtungsmuster (M_a) jeweils dieselbe kompensierten Farb- und Helligkeitswerte (p_k) aufweisen, und

dass das kompensierte Bild (B_k) erstellt wird, indem für jeden auf ein Pixel des Bilds (B_a) abgebildeten Abschnitt des Gegenstands jeweils die auf diesen eingestrahlte Beleuchtungsintensität und/oder -farbe in Form eines Beleuchtungsintensitäts- und -farbwerts (m) ermittelt wird und der kompensierte Farb- und/oder Helligkeitswert (p_k) des jeweiligen Pixels des kompensierten Bilds (B_k) als Ergebnis der Anwendung der Kompensationsfunktion $K(m, p)$ auf den jeweiligen Farb- und Helligkeitswert (p) des jeweiligen Pixels ermittelt wird.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jeder im Bild (B_a) abgebildete Teilbereich des Gegenstands (1) mit einer vorgegebenen Mindestbeleuchtungsintensität beleuchtet wird.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dem Beleuchtungsmuster (M_a) ein Binärbild (BM) zugrunde liegt, das, insbesondere pixelweise, auf den Gegenstand (1) projiziert wird, wobei denjenigen Pixeln des projizierten Binärbilds (BM), denen der eine binäre Wert zugewiesen ist, eine erste Beleuchtungsintensität und/oder -farbe und denjenigen Bildpunkten, denen der andere binäre Wert zugewiesen ist, eine zweite Beleuchtungsintensität und/oder -farbe zugeordnet wird.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, - dass der Gegenstand (1) mit einem zumindest weiteren Beleuchtungsmuster ($M_b, M_c, \dots$) beleuchtet wird und zumindest ein weiteres Bild ($B_b, B_c, \dots$) zumindest des Gegenstands (1) erstellt wird,

- indem der Gegenstand (1) mit zumindest einem weiteren Beleuchtungsmuster ($M_a, M_b, \dots$) beleuchtet wird, wobei die Summe der Beleuchtungsintensitäten, die auf die Teilbereiche des Gegenstands (1) bei der Beleuchtung und dieser zumindest einen weiteren Beleuchtung einwirkt, für sämtliche Abschnitte des Gegenstands (1) bekannt, und insbesondere konstant, ist,

- dass die einzelnen Einflüsse der durch das Beleuchtungsmuster (M) bewirkten unterschiedlichen Beleuchtungen des Gegenstands (1) kompensiert werden, indem das kompensierte Bild (B_k) aus dem Bild (B_a) und dem weiteren Bild (B_b) oder den weiteren

Bildern (B_b , B_c , ...) durch pixelweise Aggregation, insbesondere durch Mittelwertbildung oder Maximumbildung, erstellt wird.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zusammenhängende Abschnitte des Beleuchtungsmusters (M), für die jeweils dieselbe Beleuchtungsintensität und/oder -farbe verwendet werden, auf Bildabschnitte im Bild (B_a) oder im weiteren Bild (B_b , B_c , ...) abgebildet werden, deren Abmessungen eine vorgegebene Anzahl von Pixeln, insbesondere von mindestens 2, insbesondere ca. 10 bis etwa 100, Pixeln, übersteigt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Beleuchtungsmuster (M_a) und das oder die weiteren Beleuchtungsmuster (M_b , M_c , ...) jeweils kontinuierliche Farb- und/oder Helligkeitsverläufe aufweisen.

10. Datenträger auf dem ein Programm zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche abgespeichert ist.

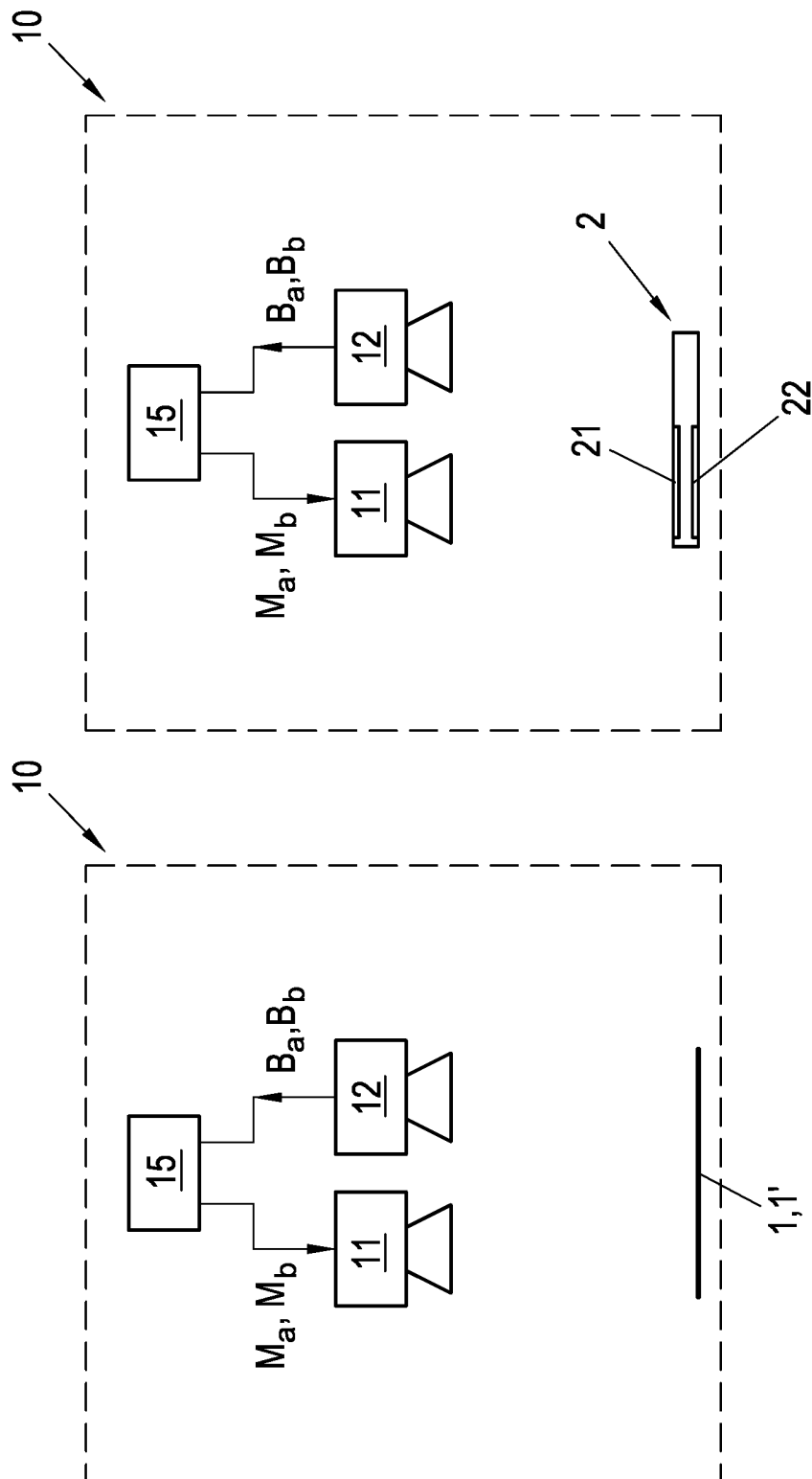


Fig. 1b

Fig. 1a

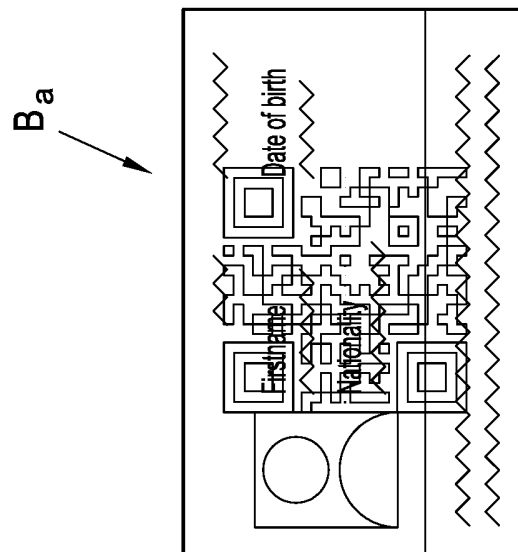
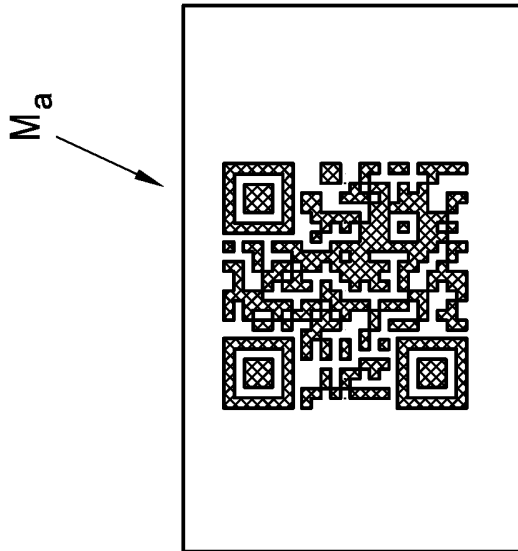
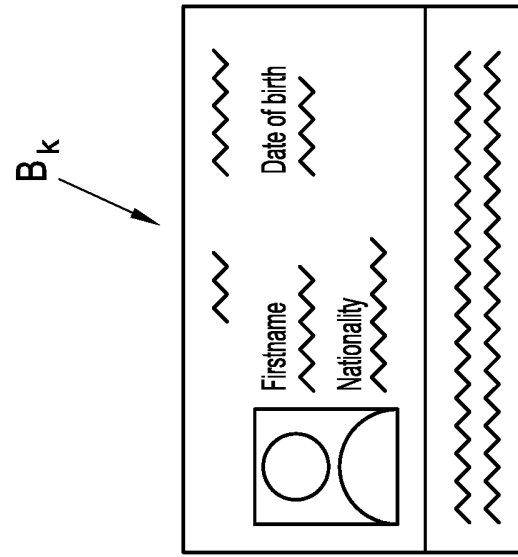


Fig. 2c

Fig. 2a

Fig. 2b

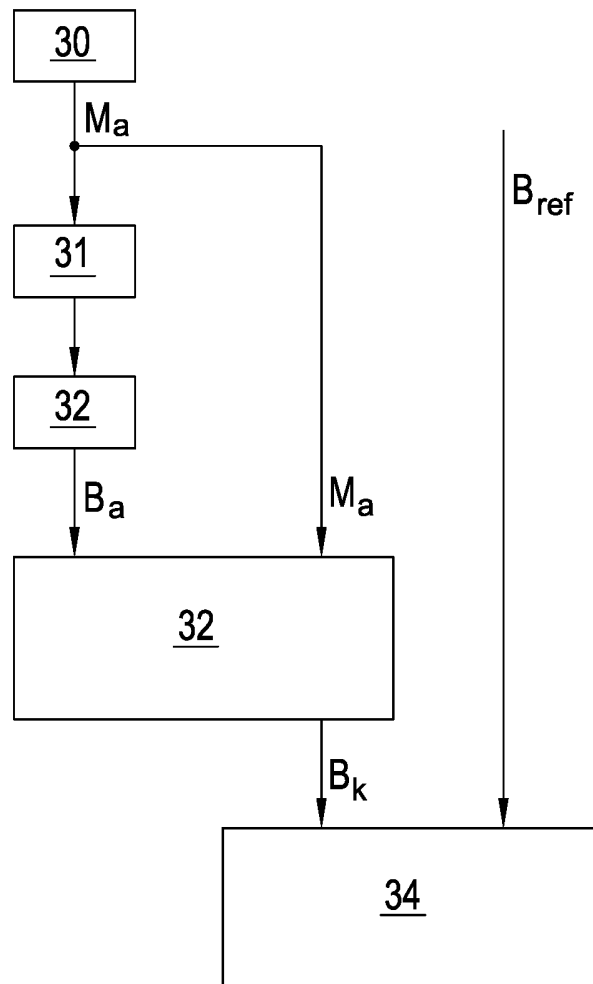


Fig. 3

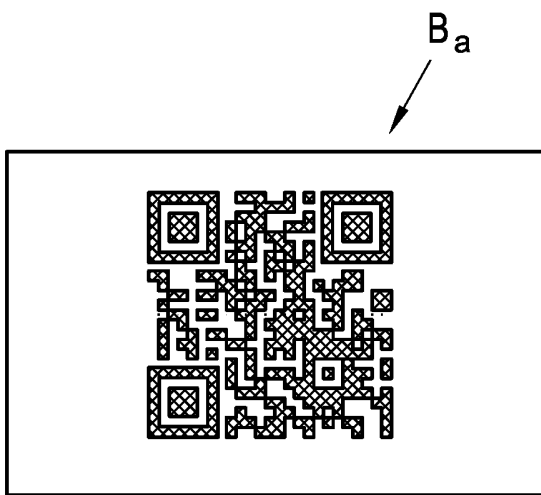


Fig. 4a

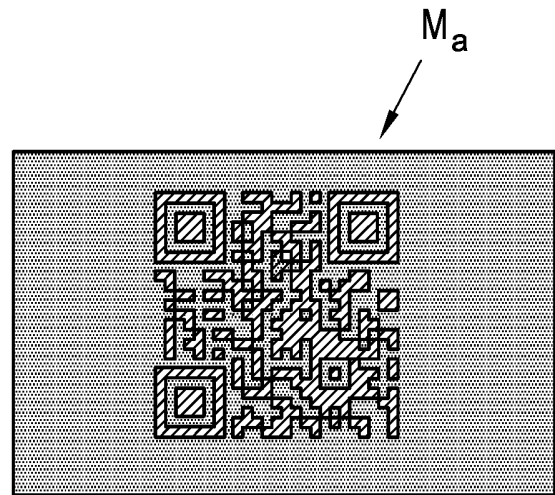


Fig. 4b

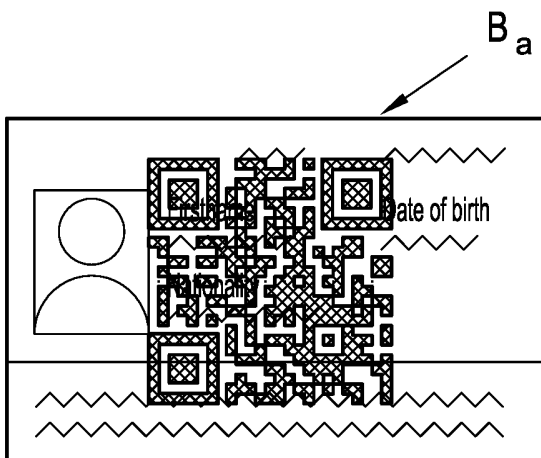


Fig. 4c

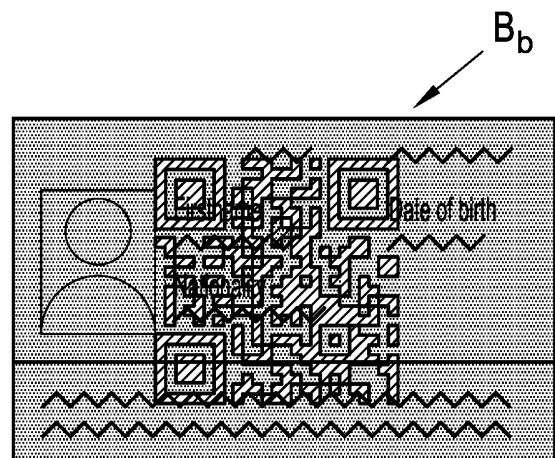


Fig. 4d

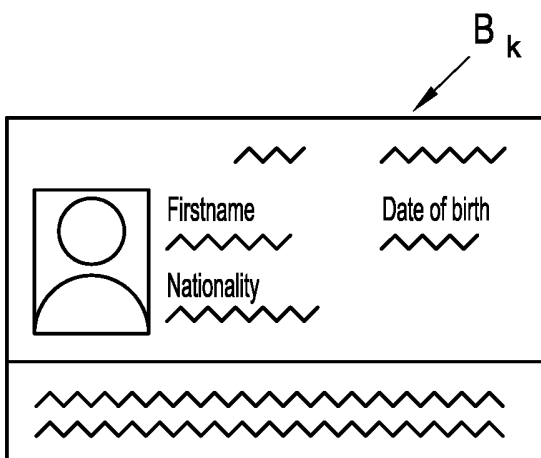


Fig. 4e

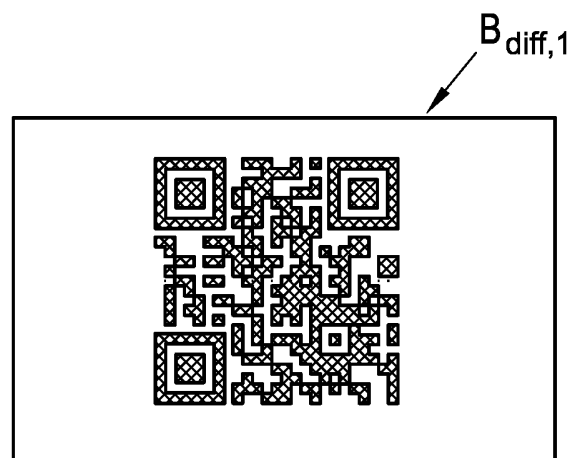
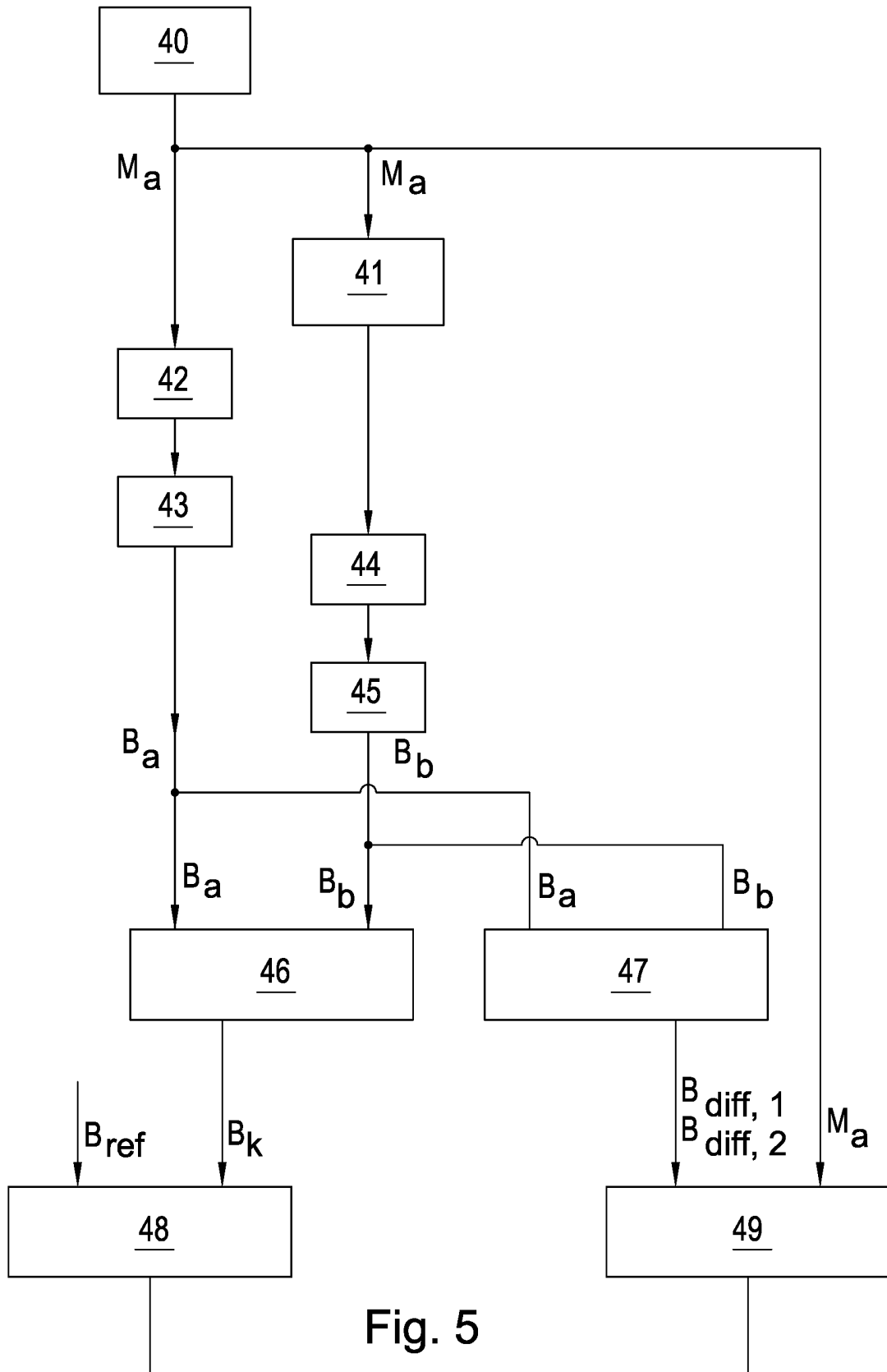


Fig. 4f



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
G06K 9/20 (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
G06K 9/2027 (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
G06K

Konsultierte Online-Datenbank:
EPODOC, WPI, TXTde, TXTen

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **16.07.2013** eingereichten Ansprüchen **1 - 10** erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	US 2006285726 A1 (AOKI TAKAHIRO et al.) 21. Dezember 2006 (21.12.2006) Zusammenfassung; Fig. 1 - 3, 5; Absätze 60, 66 - 70	1 - 10
X	DE 102006045626 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH) 03. April 2008 (03.04.2008) Zusammenfassung; Absätze 1 - 5, 20, 23, 27, 35 - 36, 61 - 65; Ansprüche 1 - 2, 10	1 - 10
A	DE 102008028689 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH) 24. Dezember 2009 (24.12.2009) Zusammenfassung; Absätze 3, 63 - 66, 71	1 - 10

Datum der Beendigung der Recherche:
08.07.2014

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

ENGLISCH Martin

^{*)} **Kategorien** der angeführten Dokumente:

X Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.

Y Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

A Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.

P Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.

E Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).

& Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.