



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2016 222 190.6

(51) Int Cl.: G01J 3/46 (2006.01)

(22) Anmeldetag: 11.11.2016

H04N 1/56 (2006.01)

(43) Offenlegungstag: 17.05.2018

(71) Anmelder:

Henkel AG & Co. KGaA, 40589 Düsseldorf, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	2007 / 0 100 555	A1
US	2016 / 0 154 993	A1
US	2016 / 0 209 272	A1

(72) Erfinder:

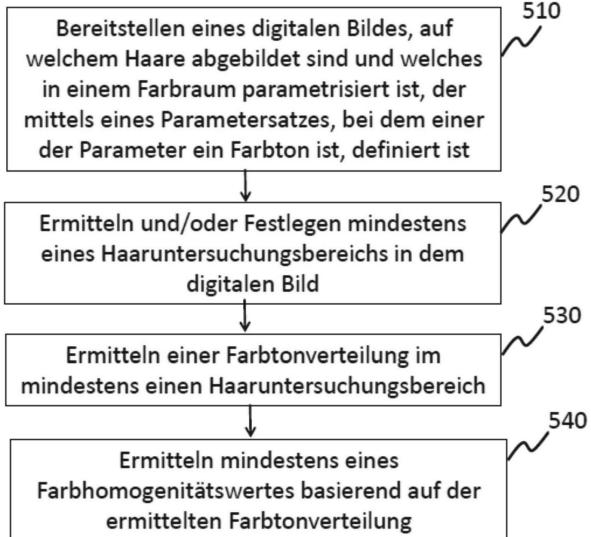
Knübel, Georg, Dr., 40219 Düsseldorf, DE

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: Verfahren und Einrichtung zum Ermitteln einer Farbhomonogenität von Haaren

(57) Zusammenfassung: In verschiedenen Ausführungsbeispielen wird ein Verfahren zum Ermitteln einer Farbhomonogenität von Haaren bereitgestellt. Das Verfahren kann aufweisen ein Bereitstellen eines digitalen Bildes, auf welchem Haare abgebildet sind und welches in einem Farbraum parametrisiert ist, der mittels eines Parametersatzes, bei dem einer der Parameter ein Farbton ist, definiert ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Ermitteln einer Farbhomogenität von Haaren.

[0002] Eine farblich einheitliche Färbung von Haaren kann ein wichtiges kosmetisches Ziel darstellen.

[0003] Von ausgefallenen modischen Statements abgesehen kann eine inhomogene Färbung, die beispielsweise Flecken oder Streifen aufweist, unerwünscht sein.

[0004] Ferner kann es ebenfalls unerwünscht sein, wenn sich bei einer anfänglich möglicherweise homogenen Haarfärbung im Lauf der Zeit, beispielsweise verursacht durch UV-Bestrahlung, Waschvorgänge oder ähnliches, Farbinhomogenitäten entwickeln.

[0005] Die Farbhomogenität kann somit einen wichtigen verbraucherrelevanten Parameter darstellen.

[0006] Für eine Beurteilung der Farbhomogenität, insbesondere auch für einen Vergleich verschiedener gefärbter Frisuren der Farbhomogenität und/oder für eine Beurteilung, wie sich die Farbhomogenität bei einer gefärbten Frisur im Lauf der Zeit entwickelt, kann ein quantitatives Maß wünschenswert sein.

[0007] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann eine Farbhomogenität von Frisuren einen Zielparameter darstellen, der mittels Bildverarbeitungsverfahren mit einer nachfolgenden statistischen Analyse eines Farbwinkels ermittelbar sein kann.

[0008] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann das Verfahren zum Ermitteln der Farbhomogenität von Haaren mit nur geringem oder ohne apparativen Aufwand ausführbar sein. Beispielsweise kann das Verfahren mittels einer App auf einem Tablet oder einem Smartphone ausführbar sein. Das kann es einem Nutzer beispielsweise ermöglichen, auch ohne professionelle Unterstützung und ohne eine Haarprobe für eine Manipulation bereitstellen zu müssen, die Farbhomogenität seiner Haare, z.B. seiner Frisur, zu bestimmen, beispielsweise unter Verwendung eines Smartphones oder Tablets zum Aufnehmen eines digitalen Bildes der Haare und eines Ermittelns der Farbhomogenität mittels des Smartphones/Tablets, wobei das Smartphone/Tablet in verschiedenen Ausführungsbeispielen genutzt werden kann, um das Bild einer externen Datenverarbeitungsvorrichtung, z.B. einer Cloud, bereitzustellen und die dort ermittelten Ergebnisse zu empfangen und dem Nutzer anzuzeigen.

[0009] In verschiedenen Ausführungsbeispielen wird ein Verfahren zum Ermitteln einer Farbhomogenität von Haaren bereitgestellt. Das Verfahren kann aufweisen ein Bereitstellen eines digitalen Bildes, auf welchem Haare abgebildet sind und welches in einem Farbraum parametrisiert ist, der mittels eines Parametersatzes, bei dem einer der Parameter ein Farbton ist, definiert ist, ein Ermitteln und/oder Festlegen mindestens eines Haaruntersuchungsbereichs in dem digitalen Bild, ein Ermitteln einer Farbtonverteilung im mindestens einen Haaruntersuchungsbereich, und ein Ermitteln mindestens eines Farbhomogenitätswertes basierend auf der ermittelten Farbtonverteilung.

[0010] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann das Bereitstellen des digitalen Bildes ein Transformieren eines ursprünglichen digitalen Bildes, welches in einem Ursprungsfarbraum parametrisiert ist, in den Farbraum aufweisen, wobei der Ursprungsfarbraum vom Farbraum verschieden sein kann.

[0011] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann das Bereitstellen des digitalen Bildes ein Lesen des in dem Farbraum parametrisierten Bildes aufweisen, beispielsweise ein Lesen aus einer Kamera, mit welcher das digitale Bild aufgenommen wurde.

[0012] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann der Farbraum ein Farbton-Sättigung-Helligkeit-Farbraum sein.

[0013] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann der Farbton durch einen Farbwinkel auf einem Farbkreis definiert sein.

[0014] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann das Ermitteln mindestens eines Farbhomogenitätswertes basierend auf der ermittelten Farbtonverteilung ein Ermitteln einer zirkulären Varianz aufweisen.

[0015] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann das Ermitteln und/oder Festlegen mindestens eines Haaruntersuchungsbereichs ein Festlegen des mindestens einen Haaruntersuchungsbereichs durch einen Nutzer aufweisen.

[0016] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann das Festlegen des mindestens einen Haaruntersuchungsbereichs durch den Nutzer ein Festlegen von Position und/oder Form und/oder Größe des Haaruntersuchungsbereichs aufweisen.

[0017] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann das Ermitteln und/oder Festlegen mindestens eines Haaruntersuchungsbereichs ein Ermitteln eines Haardarstellungsbereichs, in welchem das Haar dargestellt ist, und ein Festlegen zumindest eines Teils des Haardarstellungsbereichs als den mindestens einen Haaruntersuchungsbereich aufweisen.

[0018] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann der mindestens eine Haaruntersuchungsbereich den gesamten Haardarstellungsbereich aufweisen.

[0019] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann der mindestens eine Haaruntersuchungsbereich eine Mehrzahl von Haaruntersuchungsbereichen aufweisen.

[0020] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die Mehrzahl von Haaruntersuchungsbereichen sich voneinander in ihrer Mittelpunktposition unterscheiden.

[0021] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann das Verfahren ferner ein Inbeziehungsetzen der ermittelten Farbhomogenitätswertes zu den Mittelpunktpositionen der Haaruntersuchungsbereiche aufweisen.

[0022] Damit kann beispielsweise eine räumliche Verteilung der Farbhomogenität in einer Frisur ermittelt werden, beispielsweise können bei einer inhomogenen Farbtonverteilung einer Frisur Bereiche identifiziert werden, welche eine besonders hohe Inhomogenität aufweisen. In verschiedenen Ausführungsbeispielen können diese Bereiche einer Nachbehandlung unterzogen werden, z.B. einem Nachfärbem.

[0023] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann das Verfahren ferner ein Darstellen des ermittelten Ergebnisses aufweisen.

[0024] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann das Darstellen des ermittelten Ergebnisses ein Darstellen des digitalen Bildes aufweist, wobei im Haardarstellungsbereich des digitalen Bildes das Haar dargestellt wird mit dem Farbton, wobei der gesamte Haardarstellungsbereich mit einer einheitlichen Farbsättigung und einer einheitlichen Helligkeit dargestellt wird.

[0025] In verschiedenen Ausführungsbeispielen wird eine Vorrichtung zum Ermitteln einer Farbhomogenität von Haaren bereitgestellt. Die Vorrichtung kann eine Datenverarbeitungsvorrichtung und eine Anzeigevorrichtung aufweisen und eingerichtet sein, das Verfahren zum Ermitteln einer Farbhomogenität von Haaren auszuführen.

[0026] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die Datenverarbeitungsvorrichtung und die Anzeigevorrichtung Teil eines Smartphones oder eines Tablets sein.

[0027] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die Vorrichtung mittels einer App eingerichtet sein, das Verfahren gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen auszuführen

[0028] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert.

[0029] Es zeigen

Fig. 1A eine Darstellung eines in einem RGB-Raum parametrisierten Bildes gefärbten Haars zur Verwendung bei einem Verfahren zum Ermitteln einer Farbhomogenität von Haaren gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen;

Fig. 1B eine Darstellung des B-Kanals des Bildes des gefärbten Haars aus **Fig. 1A**;

Fig. 1C eine graphische Darstellung einer IntensitätswerteVerteilung des B-Kanals des Bildes aus **Fig. 1A** und **Fig. 1B**;

Fig. 2A eine Darstellung des in den HSV-Farbraum transformierten Bildes aus **Fig. 1A** bis **Fig. 1C** in einem Farbtonkanal gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen;

Fig. 2B eine graphische Darstellung einer Intensitäts-/Farbtonverteilung des Farbtonkanals des Bildes aus **Fig. 2A**;

Fig. 3A eine Darstellung eines in einem RGB-Raum parametrisierten Bildes gefärbten Haars zur Verwendung bei einem Verfahren zum Ermitteln einer Farbhomogenität von Haaren gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen;

Fig. 3B eine graphische Darstellung einer Intensitäts-/Farbtonverteilung des Farbtonkanals des Bildes aus **Fig. 3A**;

Fig. 4 eine Tabelle mit einem Vergleich von Farbwerten in einem RGB-Farbraum und einem HSV-Farbraum;

Fig. 5 ein Ablaufdiagramm, welches ein Verfahren zum Ermitteln einer Farbhomogenität von Haaren gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen darstellt; und

Fig. 6 eine graphische Darstellung einer Datenverarbeitungsvorrichtung zum Ausführen eines Verfahrens zum Ermitteln einer Farbhomogenität von Haaren gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen.

[0030] In der folgenden ausführlichen Beschreibung wird auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen, die Teil der vorliegenden Anmeldung bilden und in denen zur Veranschaulichung spezifische Ausführungsformen gezeigt sind, in denen die Erfindung ausgeübt werden kann. In dieser Hinsicht wird Richtungsterminologie wie etwa „oben“, „unten“, „vorne“, „hinten“, „vorderes“, „hinteres“, usw. mit Bezug auf die Orientierung der beschriebenen Figur(en) verwendet. Da Komponenten von Ausführungsformen in einer Anzahl verschiedener Orientierungen positioniert werden können, dient die Richtungsterminologie zur Veranschaulichung und ist auf keinerlei Weise einschränkend. Es versteht sich, dass andere Ausführungsformen benutzt und strukturelle oder logische Änderungen vorgenommen werden können, ohne von dem Schutzmfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Es versteht sich, dass die Merkmale der hierin beschriebenen verschiedenen beispielhaften Ausführungsformen miteinander kombiniert werden können, sofern nicht spezifisch anders angegeben. Die folgende ausführliche Beschreibung ist deshalb nicht in einschränkendem Sinne aufzufassen, und der Schutzmfang der vorliegenden Erfindung wird durch die angefügten Ansprüche definiert.

[0031] Unter einem digitalen Bild kann hierin ein Datenpaket verstanden werden, welches von einem Datenverarbeitungssystem als zweidimensionale (flächige) Anordnung von Bildpunkten (auch als Pixel bezeichnet) darstellbar ist, beispielsweise in einem Koordinatensystem, welches eine x-Achse und eine y-Achse aufweist, wobei jeder Bildpunkt zumindest eine Bildposition als x,y-Koordinatenpaar und eine Intensitätsinformation aufweist, wobei die Intensitätsinformation beispielsweise als Farbe eines Pixels eines Monitors oder eines gedruckten Punktes eines ausgedruckten Bilds darstellbar ist. Das digitale Bild kann beispielsweise ein mit einer Digitalkamera aufgenommenes Foto oder ein Einzelbild einer mit einer digitalen Kamera aufgenommenen Videosequenz sein.

[0032] Unter einer „Farbe“ kann hierin ein Zusammenwirken eines Farbtons (d.h. eines spektralen Farbeindrucks, auch als Buntton oder, aus dem Englischen, als Hue bezeichnet, was als das verstanden werden kann, was als die „eigentliche Farbe“ angesehen wird), einer Farbintensität (d.h. wie intensiv die Farbe erscheint, z.B. verglichen mit einem neutralen Grau, was auch als Sättigung, Farbsättigung, Buntheit, Chromatizität, Farbtiefe oder, aus dem Englischen, als Saturation bezeichnet wird) und einer Helligkeit bzw. Dunkelheit (d.h. wie hell oder dunkel die Farbe erscheint) verstanden werden.

[0033] Für eine Farbdarstellung kann die Farbe in einem Farbraum parametrisiert sein.

[0034] Ein gängiger Farbraum, dem eine Farbinformation (z.B. eine Haarfärbinformation des gefärbten Haars oder des Haars vor der Färbung, was auch als Grundhaarfarbe bezeichnet wird) entstammt, oder in welchem die Farbinformation dargestellt wird so beschaffen sein, dass eine ermittelte oder dargestellte Farbe unabhängig von einem Medium ist, durch welches die Farbe ermittelt oder dargestellt wird (z.B. Farbmessgerät, Bildschirm, Drucker, Scanner, menschliches Auge, usw.). Der Farbraum kann beispielsweise ein L*a*b*-Farbraum sein. Hierbei kann der Farbton beispielsweise mittels zweier Parameter, a* und b*, parametrisiert sein.

[0035] Weitere übliche Farträume können beispielsweise ein RGB (in Rot, Grün, Blau parametrisiert) oder CIELUV (der Farbton ist hier in einer u-v-Ebene parametrisiert) Farbraum sein, welche für eine additive Lichtfarbe, die beispielsweise bei Monitoren Anwendung findet, besser geeignet sein können als beispielsweise der

$L^*a^*b^*$ -Farbraum, oder ein CMYK-Farbraum, der, auf einem subtraktiven Farbmodell beruhend, insbesondere in einem Vielfarbdruk Bereich angewendet wird und Farben in Druck-Grundfarben entsprechenden vier Farbkanälen Cyan, Magenta, Gelb (Yellow) und Schwarz (Farbtiefe, Key) parametrisiert.

[0036] Zur Veranschaulichung von verschiedenen Ausführungsbeispielen wird hierin für einen Vergleich der RGB-Farbraum genutzt, welcher als stellvertretend für alle Farträume zu verstehen ist, bei welchen der Farbton keinen eigenen Parameter darstellt sondern als eine Mischung von zwei oder mehr Parametern repräsentiert wird.

[0037] Fig. 1A zeigt eine Graustufen-Darstellung eines in einem RGB-Raum parametrisierten Bildes von (eigentlich blau) gefärbtem Haar **102** zur Verwendung bei einem Verfahren zum Ermitteln einer Farbhomogenität von Haaren gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen.

[0038] Auch wenn eine farbige Darstellung des gefärbten Haares **102** hierin nicht möglich ist, kann auch anhand des Graustufenbilds **100** angesichts einer Korrelation zwischen einer räumlichen Verteilung von Grauwerten und einer Haarstruktur (aufliegende Bereiche von Locken/Haarsträhnen erscheinen hell, untenliegende Locken/Haarsträhnen und Kreuzungsbereiche von Locken dunkel) ersichtlich sein, dass jeder Bildpunkt des Bildes **100** zumindest eine Überlagerung von hellen und dunklen Bildanteilen, die beleuchtete und im Schatten liegende Bereiche **102H** bzw. **102S** darstellen dürften, mit der Farbe des Haares **102** bilden kann. Dabei können die wegen einer Beleuchtung hellen bzw. wegen Abschattens dunklen Stellen mit einer dem Haar **102** eigenen Farbe, und damit mit einer Farbhomogenität, nichts zu tun haben oder zumindest ein Ermitteln einer Farbhomogenität aus dem kombinierten Bild nicht ermöglichen.

[0039] Fig. 1B zeigt eine Graustufendarstellung **101** des blauen Kanals (auch als B-Kanal bezeichnet) des Bildes **100** des (eigentlich blau) gefärbten Haares **102** aus Fig. 1A.

[0040] Bei einer Darstellung des blauen Haares im blauen Kanal des RGB-parametrisierten Bildes könnte anzunehmen sein, dass sich ein im Wesentlichen gleichmäßig blau gefärbtes Bild (was in der Graustufendarstellung einer Darstellung mit einem gleichmäßigen Grauton entsprechen könnte) ergibt.

[0041] Anhand der nach wie vor auch in Fig. 1B hervorstechenden beleuchteten und im Schatten liegenden Bereiche **102H** und **102S** (also der Korrelation von Haarstruktur und hellen/dunklen Bildbereichen) zeigt sich jedoch, dass eine Intensität der Bildpunkte im blauen Kanal variiert, um, in Kombination mit dem roten und dem grünen Kanal, die beleuchteten und im Schatten liegenden Bereiche **102H** und **102S** hell bzw. dunkel wiederzugeben.

[0042] Eine große Schwankungsbreite der Intensität der Bildpunkte im blauen Kanal kann auch anhand von Fig. 1C, welche eine graphische Darstellung einer IntensitätswerteVerteilung (Anzahl der Bildpunkte in Abhängigkeit des Intensitätswerts) des B-Kanals des Bildes aus Fig. 1A und Fig. 1B darstellt, ersichtlich sein.

[0043] Somit eignet sich eine Darstellung in einem der RGB-Kanäle noch nicht einmal zur Abschätzung einer Farbhomogenität von Haar, das in einer Farbe gefärbt ist, die einem der parametrisierten Kanäle entspricht, und es kann nachvollziehbar sein, dass das bei Haarfärbungen, die ohnehin schon als Mischungen der Farbkanäle darzustellen wären, wie beispielsweise braun oder blond, die Abschätzung der Farbhomogenität noch weniger möglich sein dürfte.

[0044] Fig. 2A zeigt, wiederum als Graustufendarstellung, eine Farbtonkanal-Darstellung **200** eines transformierten Bilds, wobei das transformierte Bild gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen aus dem RGB-Bild **100** aus Fig. 1A mittels Transformierens in den Farbton-Sättigung-Helligkeitswert-Farbraum (auch als Hue-Saturation-Value- (HSV)-Farbraum bezeichnet) erzeugt wurde.

[0045] Für die Darstellungen in Fig. 2A und Fig. 2B kann ein kontinuierlicher zirkulärer Farbtonwert, der als ein Winkel größer oder gleich 0° und kleiner 360° ausdrückbar ist, auf eine diskrete Verteilung mit 256 diskreten Farbtonwerten, die als 256 Grauwerte unterschiedlicher Intensität in der Abbildung in Fig. 2A dargestellt sind, abgebildet sein.

[0046] In der Farbtonkanal-Darstellung **200** zeigt sich eine deutlich einheitlichere Farbtonwertverteilung (die als Graustufendarstellung wiedergegeben ist), welche zum einen die räumliche Korrelation der beleuchteten/ im Schatten liegenden Bereiche mit den hellen bzw. dunklen Stellen (welche in Fig. 1B noch vorlag) nicht mehr aufweist (in Fig. 2A sind dieselben Stellen markiert wie in Fig. 1A und Fig. 1B, wobei der Bereich **102S**

nicht mehr in einem überdurchschnittlich dunklen Teil des Bildes liegt und der Bereich **102H** nicht mehr in einem überdurchschnittlich hellen Teil des Bildes), und welche zum anderen einer typischen Homogenität einer Haarfärbung (von einem bewussten Erzeugen von Strähnchen und/oder einer unsachgemäßen oder missglückten Färbung abgesehen) eher entsprechen kann.

[0047] Das bedeutet, dass mittels einer Überführung in HSV-Werte (oder in andere Farträume, die einen Farbwinkel definieren, z.B. HSB, LCh) eine vollständige Separation der Farbtoninformation (Hue) von Helligkeitsinformationen erzielbar sein kann, und damit eine isolierte Betrachtung der Farbhomogenität ermöglicht sein kann.

[0048] **Fig. 2B** ist eine graphische Darstellung **201** einer Farbtonhäufigkeitsverteilung des Farbtonkanals (auch als Farbtonverteilung bezeichnet) des Bildes aus **Fig. 2A**.

[0049] In **Fig. 2B** zeigt sich eine im Wesentlichen monomodale Verteilung **230** der Farbtonwerte mit einer geringen Breite.

[0050] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die Verteilung der Farbtonwerte genutzt werden, um mindestens einen Farbhomogenitätswert zu ermitteln.

[0051] Statistische Untersuchungsverfahren können genutzt werden, um beispielsweise eine Standardabweichung (in den Figuren mit StdAbwg abgekürzt), auch als Konfidenzintervall d bezeichnet, eine zirkuläre Varianz S und/oder eine Winkelabweichung s der Farbtonverteilung zu ermitteln.

[0052] In den unten näher beschriebenen Farträumen, welche den Farbton als einen eigenen Parameter aufweisen und bei dem Verfahren zum Ermitteln einer Farbhomogenität von Haaren gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen genutzt werden können, wird der Farbton als ein Winkel ausgedrückt, der größer oder gleich 0° und kleiner 360° sein kann.

[0053] In verschiedenen Ausführungsbeispielen für die statistische Untersuchung der Farbtonverteilung kann deshalb eine zirkuläre Statistik angewendet werden. Mithilfe der zirkulären Statistik kann es unter anderem möglich sein, Inhomogenitäten bei einem Übergang von 359° zu 0° zu vermeiden (solche Inhomogenitäten würden bei Anwendung der üblichen linearen statistischen Verfahren zu einem Mittelwert aus 10° und 350° von 180° führen, anstelle des sinnvollen Werts von 0°).

[0054] Den Farbtönen zugeordnete Winkel α_i können in verschiedenen Ausführungsbeispielen zunächst umgewandelt werden in Einheitsvektoren in einer zweidimensionalen Ebene mittels

$$r_i = \begin{pmatrix} \cos \alpha_i \\ \sin \alpha_i \end{pmatrix}.$$

[0055] Zum Erhalten eines mittleren Winkels $\bar{\alpha}$ können in verschiedenen Ausführungsbeispielen die Einheitsvektoren gemittelt werden:

$$\bar{r} = \frac{1}{N} \sum_i r_i$$

[0056] Aus dem gemittelten Vektor \bar{r} kann der mittlere Winkel $\bar{\alpha}$, ggf. unter Angabe eines Konfidenzintervalls, z.B. eines 95%- durch Umwandlung mittels der vier Quadranten inversen Tangensfunktion ermittelt werden.

[0057] Eine Vektorlänge

$$R = \|\bar{r}\|,$$

welche zwischen 0 und 1 liegen kann, kann bereits ein Maß darstellen für die Farbhomogenität des Haars, denn je größer die Farbhomogenität ist, desto näher können die den Farbtönen zugeordneten Winkel beieinanderliegen, und desto länger (also desto näher an 1) kann die Vektorlänge R sein.

[0058] Als Maß für die Farbhomogenität kann in verschiedenen Ausführungsbeispielen eine zirkuläre Varianz

$$S = 1 - R$$

sein. Auch diese liegt zwischen 0 und 1, ist allerdings umso kleiner, je näher die Winkel beieinanderliegen.

[0059] Ferner kann als Maß für die Farbhomogenität in verschiedenen Ausführungsbeispielen eine Winkel-Standardabweichung (auch als Winkelabweichung bezeichnet)

$$s = \sqrt{2(1 - R)}$$

genutzt werden.

[0060] Ferner können weitere in der zirkulären Statistik bekannte Werte, die ein Maß für eine Verteilung, z.B. eine Streuung, der Farbtöne bereitstellen, verwendet werden.

[0061] Die zirkuläre Statistik kann mittels jeder geeigneten Software durchgeführt werden, beispielsweise mittels einer eigens erstellten Software, z.B. einer App, oder beispielsweise mittels vorhandener Softwarepakete, z.B. Oriana oder dem EXCEL-Tool EZ-Rose.

[0062] Im digitalen Bild kann, wie in **Fig. 3A** dargestellt ist, gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen mittels bekannter Verfahren ein Haardarstellungsbereich **334** ermittelt werden, d.h. ein Bereich, in welcher Haar abgebildet ist. Das bekannte Verfahren kann beispielsweise ein Freistellungsverfahren aufweisen, wie es z.B. bei Photoshop und anderen Software-Paketen gebräuchlich sein kann.

[0063] Der Haardarstellungsbereich **336** kann eine Mehrzahl von Bildpunkten eines digitalen Bildes **100** aufweisen, welche das Haar **102** abbilden und welche eine zusammenhängende oder aus einer Mehrzahl von Einzelflächen bestehende Fläche bilden können. Eine Ebene, in welcher der Haarbereich angeordnet sein kann, kann beispielsweise durch die x-Achse und die y-Achse des digitalen Bildes bestimmt sein.

[0064] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann in dem digitalen Bild mindestens ein Haaruntersuchungsbereich **336** ermittelt und/oder festgelegt werden.

[0065] In dem in **Fig. 2A** und **Fig. 2B** dargestellten Ausführungsbeispiel weist der Haaruntersuchungsbereich **336** im Wesentlichen den gesamten Bereich des digitalen Bildes auf und ist rechteckig geformt.

[0066] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann der Haaruntersuchungsbereich **336** einen Teilbereich des Haardarstellungsbereichs **334** aufweisen.

[0067] Im in **Fig. 3A** dargestellten Ausführungsbeispiel weist einer der Haaruntersuchungsbereiche **336**, für welchen die in **Fig. 3B** dargestellte Verteilung ermittelt wurde, nur einen (rechteckigen) Teilbereich des Haardarstellungsbereichs **334** auf.

[0068] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann das digitale Bild zusätzlich zu dem Haardarstellungsbereich **334** noch weitere Darstellungsbereiche aufweisen, in welchen beispielsweise Objekte, Körperteile, usw. dargestellt sein können. Der Haaruntersuchungsbereich **336** kann in verschiedenen Ausführungsbeispielen so gewählt sein, dass kein Teil der sonstigen Darstellungsbereiche in den Haaruntersuchungsbereich **336** fällt.

[0069] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann der Haaruntersuchungsbereich **336** eine beliebige Form haben, beispielsweise kann der Haaruntersuchungsbereich **336**, abgesehen von rechteckig (z.B. quadratisch), auch dreieckig, polygonal mit einer anderen Eckenanzahl als drei oder vier, elliptisch, rund oder beliebig geformt sein. Beispielsweise kann der Haaruntersuchungsbereich **336** den gesamten Haardarstellungsbereich **334** aufweisen.

[0070] In verschiedenen Ausführungsbeispielen, in welchen der Haaruntersuchungsbereich **336** den gesamten Haardarstellungsbereich aufweist, kann folglich der Haaruntersuchungsbereich **336** eine ein- oder mehrteilige Fläche aufweisen, welche für eine nachfolgende Analyse, z.B. für ein Ermitteln eines Werts für einen

Anteil linearer Bereiche und/oder für eine Verteilung linearer Bereiche, auch im Fall der mehrteiligen Fläche als ein einziger Haaruntersuchungsbereich **336** untersucht werden kann.

[0071] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann der mindestens eine Haaruntersuchungsbereich **336** eine Mehrzahl von Haaruntersuchungsbereichen **336** aufweisen. In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann bei einer nachfolgenden Analyse, z.B. beim Ermitteln eines Farbhomogenitätswerts, jeder der Mehrzahl von Haaruntersuchungsbereichen **336** getrennt untersucht werden, d.h. für jeden der Mehrzahl von Haaruntersuchungsbereichen **336** kann der Wert für die Farbhomogenität der Haare separat ermittelt werden.

[0072] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann das Bestimmen des mindestens einen Haaruntersuchungsbereichs **336** das Ermitteln des Haardarstellungsbereichs **334** und ein Festlegen des mindestens einen Haaruntersuchungsbereichs **336** aufweisen.

[0073] Beispielsweise kann das Festlegen des mindestens einen Haaruntersuchungsbereichs **336** bedeuten, dass, wie oben beschrieben, der gesamte Haardarstellungsbereich als der Haaruntersuchungsbereich **336** festgelegt wird, und/oder ein- oder mehrere Haaruntersuchungsbereich/e **336** können, beispielsweise automatisiert mittels der Datenverarbeitungsvorrichtung, z.B. unter Einbeziehung vorbestimmter Bedingungen, festgelegt werden. Beispielsweise kann eine Größe und/oder Anzahl der Haaruntersuchungsbereiche **336** vorgegeben werden, z.B. mittels eines Nutzers, und die Haaruntersuchungsbereiche **336** können dann automatisiert, z.B. mittels einer geeigneten Software, festgelegt werden, beispielsweise so, dass zwischen den Haaruntersuchungsbereichen **336** ein Mindestabstand gewahrt bleibt, dass der Haardarstellungsbereich möglichst gleichmäßig abgedeckt wird, o.ä.

[0074] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die Farbhomogenität für gefärbtes Haar oder/und für ungefärbtes Haar ermittelt werden.

[0075] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die Farbhomogenität sowohl vor der Färbung, als auch nach der Färbung ermittelt werden. Anhand der Ergebnisse kann in verschiedenen Ausführungsbeispielen eine Beziehung ermittelt werden zwischen der Farbhomogenität vor der Färbung und der Farbhomogenität nach der Färbung, beispielsweise für eine Mehrzahl von Färbungen. Dabei können in verschiedenen Ausführungsbeispielen weitere Parameter, die das zu färbende Haar beschreiben, einbezogen werden, beispielsweise ein Ergrauungsgrad und/oder eine Vorschädigung des Haars.

[0076] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die Farbhomogenität ermittelt werden als eine Funktion der Zeit, beispielsweise kann eine zeitliche Änderung der Farbhomogenität ermittelt werden nach einer oder einer Mehrzahl von Haarwäschen, in bestimmten zeitlichen Abständen nach einer Belichtung mit UV-Licht, oder ähnliches.

[0077] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann der Farbtonkanal dargestellt werden, beispielsweise einem Nutzer, beispielsweise unter Verwendung einer Anzeige, z.B. eines Displays.

[0078] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann der Farbtonkanal (Hue), unter Ausblendung der anderen Kanäle (Saturation, Value), in einen für die Darstellung geeigneten Farbraum (z.B. RGB für ein Display oder CMYK für einen Drucker) zurücktransformiert werden, so dass möglicherweise lediglich die Farbtonunterschiede zu einer unterschiedlichen Darstellung verschiedener Bildpunkte beitragen, sich aber bezüglich der Farbtöne und der Abstände der unterschiedlichen Farbtöne eine realistische Darstellung ergeben kann.

[0079] In verschiedenen Ausführungsbeispielen können für eine Darstellung den verschiedenen Farbtönen des Farbtonkanals (anders ausgedrückt, den verschiedenen Farbtonwerten des Farbtonparameters) unterschiedliche Farbtöne zugewiesen werden, die nicht den ermittelten Farbtönen entsprechen. Damit kann beispielsweise ermöglicht werden, kleine Farbtonunterschiede übertrieben darzustellen.

[0080] **Fig. 4** zeigt eine Tabelle 400 mit einem Vergleich von Farbwerten in einem RGB-Farbraum und einem HSV-Farbraum.

[0081] Der RGB-Farbraum kann ein additiver Farbraum sein, der Farbwahrnehmungen durch das additive Mischen dreier Grundfarben (Rot, Grün und Blau) nachbildet.

[0082] Eine mögliche Umrechnung von RGB zu HSV kann wie folgt beschrieben werden:

[0083] Vorbedingung: $R, G, B \in [0,1]$

$$MAX := \max(R, G, B), MIN := \min(R, G, B)$$

$$H := \begin{cases} 0, & \text{falls } MAX = MIN \Leftrightarrow R = G = B \\ 60^\circ \cdot \left(0 + \frac{G - B}{MAX - MIN} \right), & \text{falls } MAX = R \\ 60^\circ \cdot \left(2 + \frac{B - R}{MAX - MIN} \right), & \text{falls } MAX = G \\ 60^\circ \cdot \left(4 + \frac{R - G}{MAX - MIN} \right), & \text{falls } MAX = B \end{cases}$$

falls $H < 0^\circ$, dann $H := H + 360^\circ$

$$S_{HSV} := \begin{cases} 0, & \text{falls } MAX = 0 \Leftrightarrow R = G = B = 0 \\ \frac{MAX - MIN}{MAX}, & \text{sonst} \end{cases}$$

$$S_{HSL} := \begin{cases} 0, & \text{falls } MAX = 0 \Leftrightarrow R = G = B = 0 \\ 0, & \text{falls } MIN = 1 \Leftrightarrow R = G = B = 0 \\ \frac{MAX - MIN}{1 - [MAX + MIN - 1]}, & \text{sonst} \end{cases}$$

$$V := MAX$$

$$L := \frac{MAX + MIN}{2}$$

[0084] Nachbedingung: $H \in [0^\circ, 360^\circ], S, V, L \in [0, 1]$

[0085] Diese Formeln können einige Eigenheiten der HSV-Werte widerspiegeln. Beispielsweise kann, wenn $R = G = B$, H ohne Bedeutung sein, so dass dann per Definition $H = 0$ gesetzt wird. Wenn $R = G = B = 0$, dann kann S ohne Bedeutung sein, so dass per Definition wird $S = 0$ gesetzt wird.

[0086] In verschiedenen Ausführungsbeispielen können anstelle von HSV abgewandelte Farbmodelle, beispielsweise HSL, HSB oder HSI, genutzt werden.

[0087] Der HSL-Farbraum (auch als HLS bezeichnet) kann die Parameter Farbton (auch als Farbwinkel bezeichnet) H , Farbsättigung S und Farbhelligkeit L aufweisen. Im Gegensatz zum HSV-Farbraum kann er jedoch auf den zwischen Weiß und Schwarz liegenden Graupunkt als neutrales Grau bezogen werden. Der Farbkörper kann als Doppelkegel, Zylinder oder sechsseitiges Prisma dargestellt werden. Die Farbtöne (Buntwerte) können dabei außen liegen, und der Graupunkt in der Mitte. Ähnlich aufgebaut sein kann das CIE-LCh°-Modell mit Farbhelligkeit L , Farbsättigung (Buntheit) C und dem Farbton- (Bunton-)winkel h° , womit er gewissermaßen einem in Zylinderkoordinaten dargestellten Lab-Farbraum entsprechen kann.

[0088] An den Bedürfnissen der Farbmetrik und der phototechnischen Reproduktion können das HSB- und das HSI-Modell orientiert sein. Auch hierbei können H für den Farbton (den Buntwert, Hue) und S für Sättigung

stehen. Der Unterschied kann sich auf die dritte Koordinate beziehen: einerseits HSB mit der Strahlungsgröße der Helligkeit, z.B. der absoluten Helligkeit, B, anderseits als HSI-Farbmodell mit der Lichtintensität I.

[0089] Fig. 5 zeigt ein Ablaufdiagramm 500, welches ein Verfahren zum Ermitteln einer Farbhomogenität von Haaren gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen darstellt.

[0090] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann das Verfahren aufweisen Bereitstellen eines digitalen Bildes, auf welchem Haare abgebildet sind und welches in einem Farbraum parametrisiert ist, der mittels eines Parametersatzes, bei dem einer der Parameter ein Farbton ist, definiert ist (bei 510), Ermitteln und/oder Festlegen mindestens eines Haaruntersuchungsbereichs in dem digitalen Bild (bei 520), Ermitteln einer Farbtonverteilung im mindestens einen Haaruntersuchungsbereich (bei 530) und Ermitteln mindestens eines Farbhomogenitätswertes basierend auf der ermittelten Farbtonverteilung (bei 540)

[0091] Fig. 6 zeigt eine graphische Darstellung einer Vorrichtung 600 zum Ermitteln einer Farbhomogenität von Haaren gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen.

[0092] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die Vorrichtung 600 zum Ermitteln einer Farbhomogenität von Haaren eine Datenverarbeitungsvorrichtung 660 aufweisen.

[0093] Die Datenverarbeitungsvorrichtung 660 kann beispielsweise einen Computer, ein Tablet, ein Smartphone, einen Laptop oder jede andere Datenverarbeitungsvorrichtung, welche geeignet ist, das Verfahren zur computergestützten Haarfärbberatung gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen auszuführen, aufweisen. Vereinfachend wird die Datenverarbeitungsvorrichtung 660 hierin auch als Computer 660 bezeichnet. Die Datenverarbeitungsvorrichtung 660 kann einen Prozessor 662, beispielsweise einen Mikroprozessor, aufweisen.

[0094] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die Vorrichtung 600 zum Ermitteln einer Farbhomogenität von Haaren eine Anzeigevorrichtung 664 aufweisen.

[0095] Die Anzeigevorrichtung 664 kann beispielsweise einen Bildschirm eines Smartphones, eines PCs, eines Laptops oder einer sonstigen Vorrichtung 600 zum Ermitteln einer Farbhomogenität von Haaren aufweisen. Die Anzeigevorrichtung 664 kann beispielsweise genutzt werden, um Ergebnisse des Verfahrens zum Ermitteln einer Farbhomogenität von Haaren darzustellen, Eingabeparameter für das Ausführen des Verfahrens zu erfragen, oder Ähnliches.

[0096] Die Anzeigevorrichtung 664 kann mittels einer ersten Datenverbindung 670 mit der Datenverarbeitungsvorrichtung 660 verbunden sein. Die Anzeigevorrichtung 664 kann mit der Datenverarbeitungsvorrichtung 660 mittels der ersten Datenverbindung 670 Daten austauschen. In einem Fall, dass die Vorrichtung 600 ein Smartphone, einen Tablet o.ä. aufweist, können die Anzeigevorrichtung 664 und die erste Datenverbindung 670 in der Vorrichtung 600 integriert sein.

[0097] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die Vorrichtung 600 zum Ermitteln einer Farbhomogenität von Haaren eine Kamera 666 aufweisen.

[0098] Die Kamera 666 kann gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen eingerichtet sein, ein digitales Bild 100 von Haar 102, z.B. von Haar eines Nutzers, aufzunehmen.

[0099] Die mindestens eine Kamera 666 kann gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen eine digitale Fotokamera oder eine Videokamera, d.h. eine Kamera 104, welche eingerichtet sein kann, eine Mehrzahl von Einzelbildern als Zeitfolge aufzuzeichnen, aufweisen.

[0100] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die Vorrichtung 600 zum Ermitteln einer Farbhomogenität von Haaren eine zweite Datenverbindung 674 zwischen dem Computer 660 und der Kamera 666 aufweisen. Mittels der zweiten Datenverbindung 674 können Daten vom Computer 660 an die Kamera 666 übermittelt werden, beispielsweise für eine, z.B. herkömmliche, Softwaresteuerung der Kamera 666. Ferner können mittels der zweiten Datenverbindung 674 Daten, beispielsweise das/die von der Kamera 666 aufgenommenen digital/en Bild(er), an den Computer 660 übertragen werden. In einem Fall, dass die Vorrichtung 600 ein Smartphone, einen Tablet o.ä. aufweist, können die Kamera 666 und die zweite Datenverbindung 674 in der Vorrichtung 600 integriert sein.

[0101] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann bei der Vorrichtung **600** zum Ermitteln einer Farbhomogenität von Haaren auf eine Kamera **666** verzichtet werden, beispielsweise wenn der Datenverarbeitungsvorrichtung **660** das digitale Bild **100** auf andere Weise bereitgestellt wird, beispielsweise mittels einer Datenübertragung.

[0102] Die Datenverarbeitungsvorrichtung **660** kann eingerichtet sein, beispielsweise unter Verwendung des Prozessors **662**, das von der Kamera **666** oder auf andere Weise empfangene Bild mittels einer Bildverarbeitungssoftware zu verarbeiten, beispielsweise um auf bekannte Weise in dem empfangenen Bild den Haardarstellungsbereich zu ermitteln und, wie oben für verschiedenen Ausführungsbeispiele beschrieben, die Farbhomogenität von Haaren zu ermitteln. Die Bildverarbeitungssoftware kann in verschiedenen Ausführungsbeispielen eine App aufweisen.

[0103] In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die Datenverarbeitungsvorrichtung **600** eine Eingabevorrichtung **668** zum Bereitstellen von Informationen an die Datenverarbeitungsvorrichtung **600** aufweisen, beispielsweise eine Tastatur, eine Maus, eine berührungsempfindliche Oberfläche der Anzeigevorrichtung **664**, oder ähnliches.

[0104] Die Eingabevorrichtung **668** kann mittels einer dritten Datenverbindung **672** mit der Datenverarbeitungsvorrichtung **660** verbunden sein. Die Eingabevorrichtung **668** kann mit der Datenverarbeitungsvorrichtung **660** mittels der dritten Datenverbindung **672** Daten austauschen. In einem Fall, dass die Vorrichtung **600** ein Smartphone, einen Tablet o.ä. aufweist, können die Eingabevorrichtung **668** und die dritte Datenverbindung **672** in der Vorrichtung **600** integriert sein.

[0105] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens ergeben sich aus der Beschreibung der Vorrichtung und umgekehrt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln einer Farbhomogenität von Haaren, aufweisend:

Bereitstellen eines digitalen Bildes, auf welchem Haare abgebildet sind und welches in einem Farbraum parametrisiert ist, der mittels eines Parametersatzes, bei dem einer der Parameter ein Farbton ist, definiert ist; Ermitteln und/oder Festlegen mindestens eines Haaruntersuchungsbereichs in dem digitalen Bild; Ermitteln einer Farbtonverteilung im mindestens einen Haaruntersuchungsbereich; und Ermitteln mindestens eines Farbhomogenitätswertes basierend auf der ermittelten Farbtonverteilung.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Bereitstellen des digitalen Bildes ein Transformieren eines ursprünglichen digitalen Bildes, welches in einem Ursprungsfarbraum parametrisiert ist, in den Farbraum aufweist, wobei der Ursprungsfarbraum vom Farbraum verschieden ist.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei der Farbraum ein Farbton-Sättigung-Helligkeit-Farbraum ist.

4. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Farbton durch einen Farbwinkel auf einem Farbkreis definiert ist.

5. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Ermitteln mindestens eines Farbhomogenitätswertes basierend auf der ermittelten Farbtonverteilung ein Ermitteln einer zirkulären Varianz aufweist.

6. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Ermitteln und/oder Festlegen mindestens eines Haaruntersuchungsbereichs ein Festlegen des mindestens einen Haaruntersuchungsbereichs durch einen Nutzer aufweist.

7. Verfahren gemäß Anspruch 6, wobei das Festlegen des mindestens einen Haaruntersuchungsbereichs durch den Nutzer ein Festlegen von Position und/oder Form und/oder Größe des Haaruntersuchungsbereichs aufweist.

8. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Ermitteln und/oder Festlegen mindestens eines Haaruntersuchungsbereichs aufweist:

Ermitteln eines Haardarstellungsbereichs, in welchem das Haar dargestellt ist; und Festlegen zumindest eines Teils des Haardarstellungsbereichs als den mindestens einen Haaruntersuchungsbereich.

9. Verfahren gemäß Anspruch 8, wobei der mindestens eine Haaruntersuchungsbereich den gesamten Haardarstellungsbereich aufweist.

10. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der mindestens eine Haaruntersuchungsbereich eine Mehrzahl von Haaruntersuchungsbereichen aufweist.

11. Verfahren gemäß Anspruch 10, wobei die Mehrzahl von Haaruntersuchungsbereichen sich voneinander in ihrer Mittelpunktposition unterscheidet.

12. Verfahren gemäß Anspruch 11, ferner aufweisend:
Inbeziehungsetzen der ermittelten Farbhomogenitätswertes zu den Mittelpunktpositionen der Haaruntersuchungsbereiche.

13. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, ferner aufweisend:
Darstellen des ermittelten Ergebnisses.

14. Verfahren gemäß Anspruch 13, wobei das Darstellen des ermittelten Ergebnisses ein Darstellen des digitalen Bildes aufweist, wobei im Haardarstellungsbereich des digitalen Bildes das Haar dargestellt wird mit dem Farbton, wobei der gesamte Haardarstellungsbereich mit einer einheitlichen Farbsättigung und einer einheitlichen Helligkeit dargestellt wird.

15. Vorrichtung zum Ermitteln einer Farbhomogenität von Haaren, aufweisend:
eine Datenverarbeitungsvorrichtung; und
eine Anzeigevorrichtung;
wobei die Vorrichtung eingerichtet ist, das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14 auszuführen.

16. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 15, wobei die Datenverarbeitungsvorrichtung und die Anzeigevorrichtung Teil eines Smartphones oder eines Tablets sind.

17. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 15 oder 16, wobei die Vorrichtung mittels einer App eingerichtet ist, das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14 auszuführen.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1A

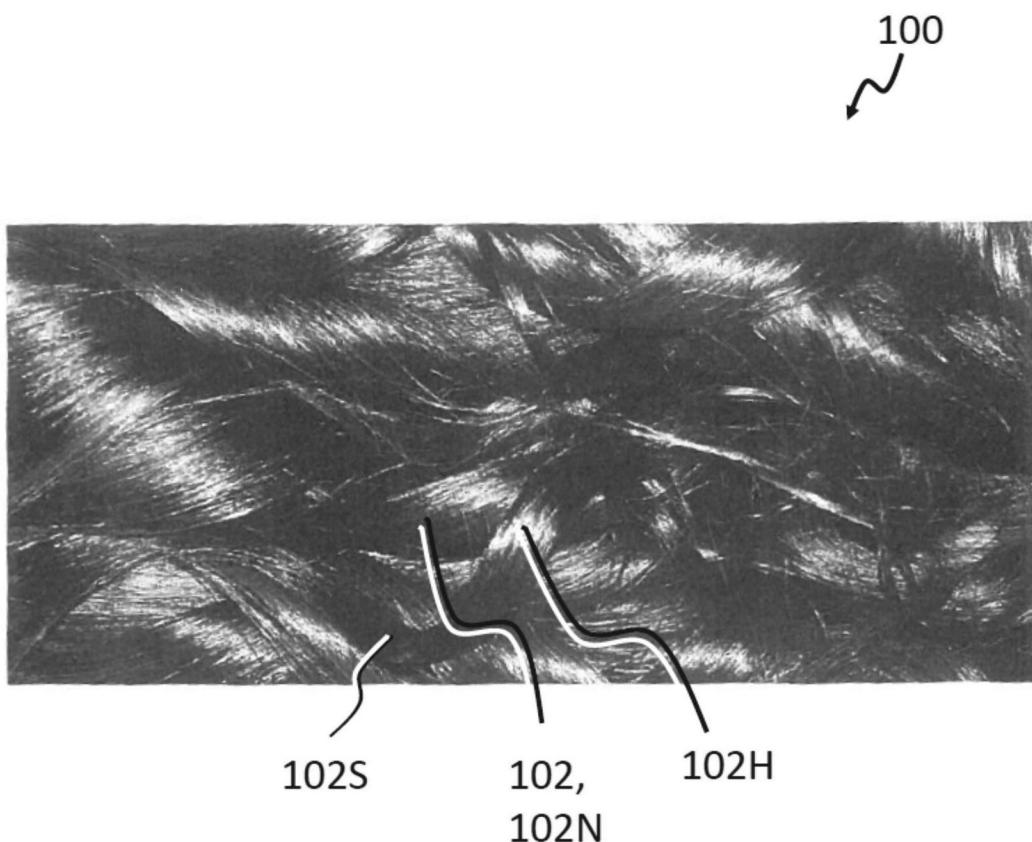


FIG. 1B

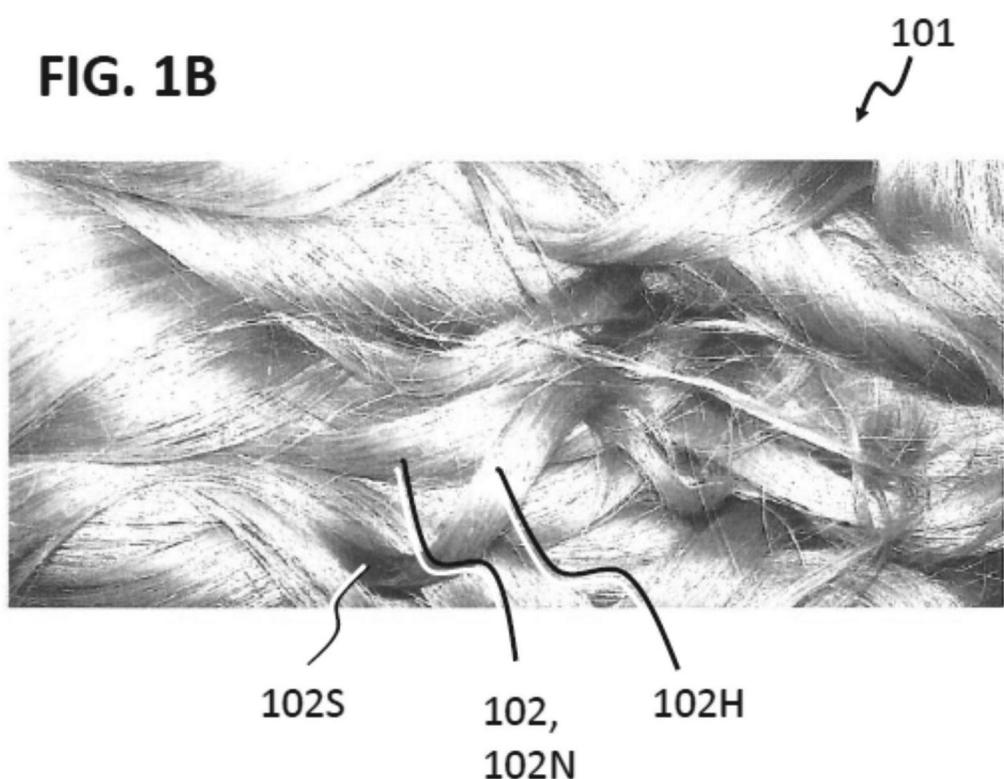
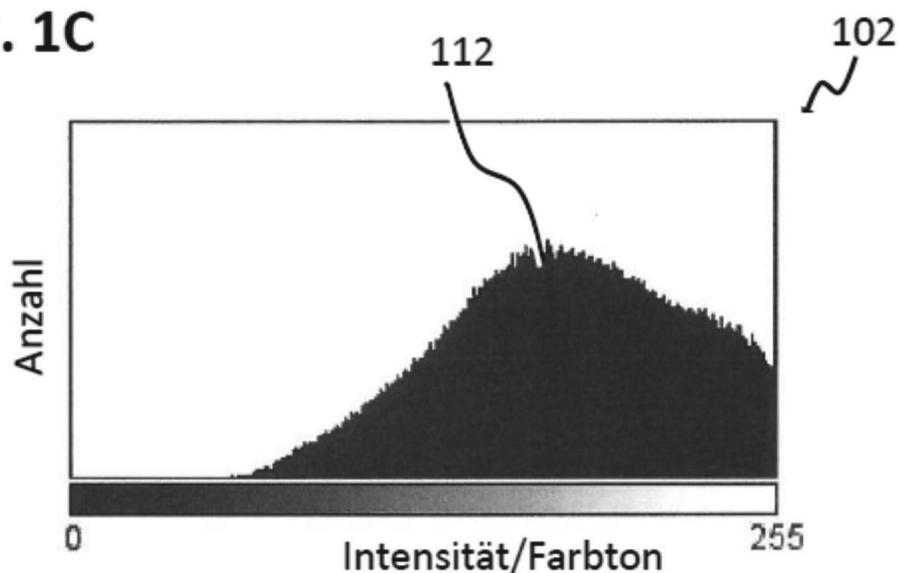


FIG. 1C



Gesamtzahl 435600	Min: 38
Mittelwert: 182,825	Max: 255
StdAbwg: 45,480	Modus: 255 (29657)

FIG. 2A

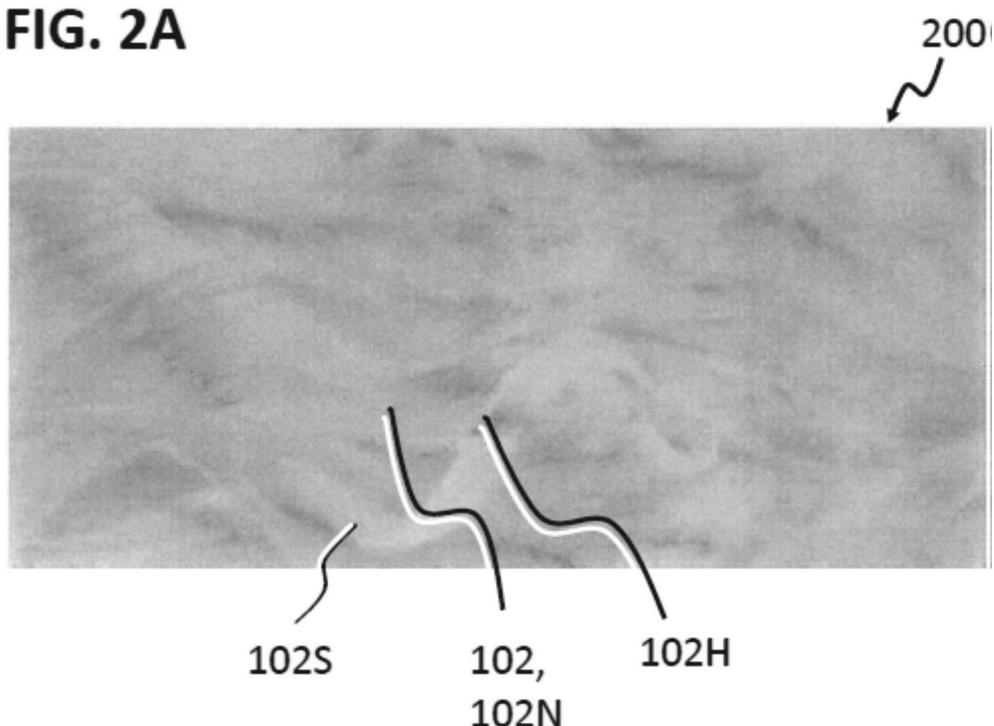


FIG. 2B

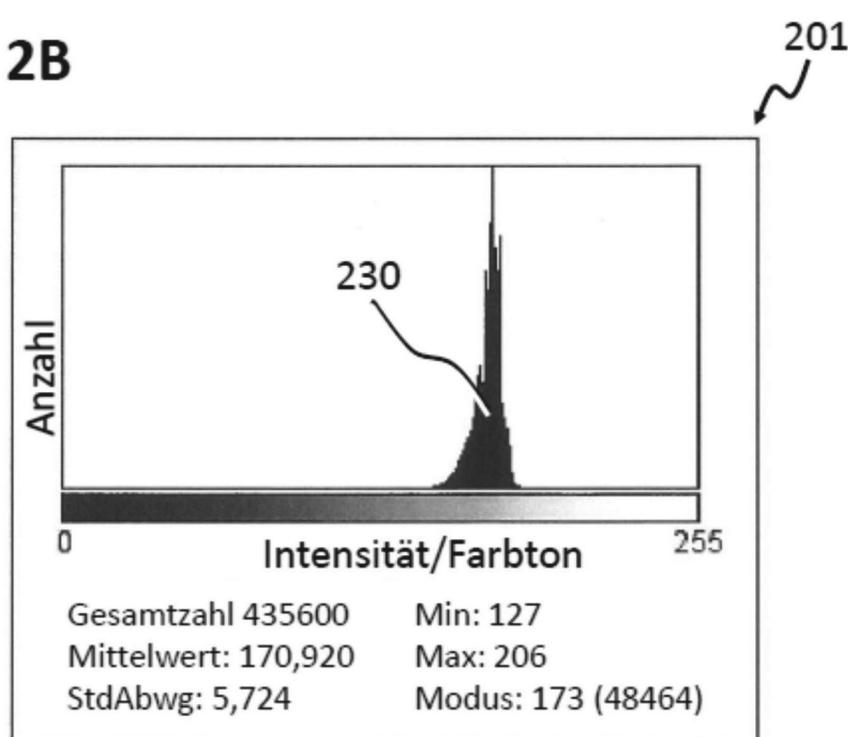


FIG. 3A

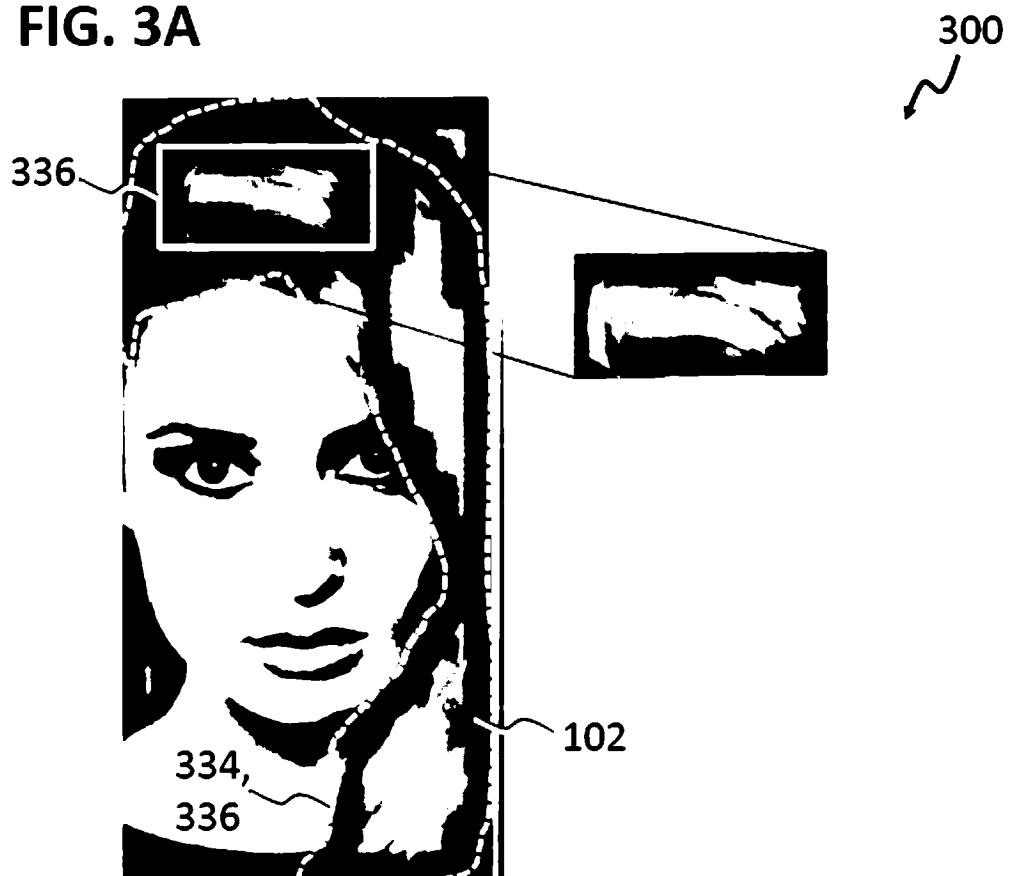


FIG. 3B

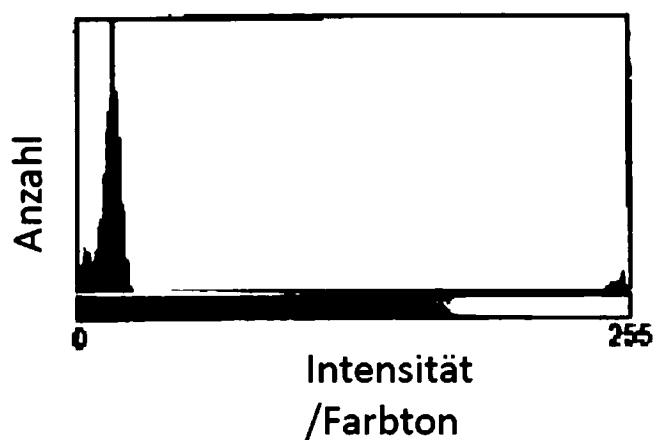


FIG. 4

400

Farbe	H	S	V	R	G	B
Schwarz	-	-	0 %	0 %	0 %	0 %
Rot	0°	100 %	100 %	100 %	0 %	0 %
Gelb	60°	100 %	100 %	100 %	100 %	0 %
Braun	24,3°	75 %	36,1 %	36 %	20 %	9 %
Weiß	-	0 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Grün	120°	100 %	100 %	0 %	100 %	0 %
Dunkelgrün	120°	100 %	50 %	0 %	50 %	0 %
Cyan	180°	100 %	100 %	0 %	100 %	100 %
Blau	240°	100 %	100 %	0 %	0 %	100 %
Magenta	300°	100 %	100 %	100 %	0 %	100 %
Orange	30°	100 %	100 %	100 %	50 %	0 %
Violett	270°	100 %	100 %	50 %	0 %	100 %

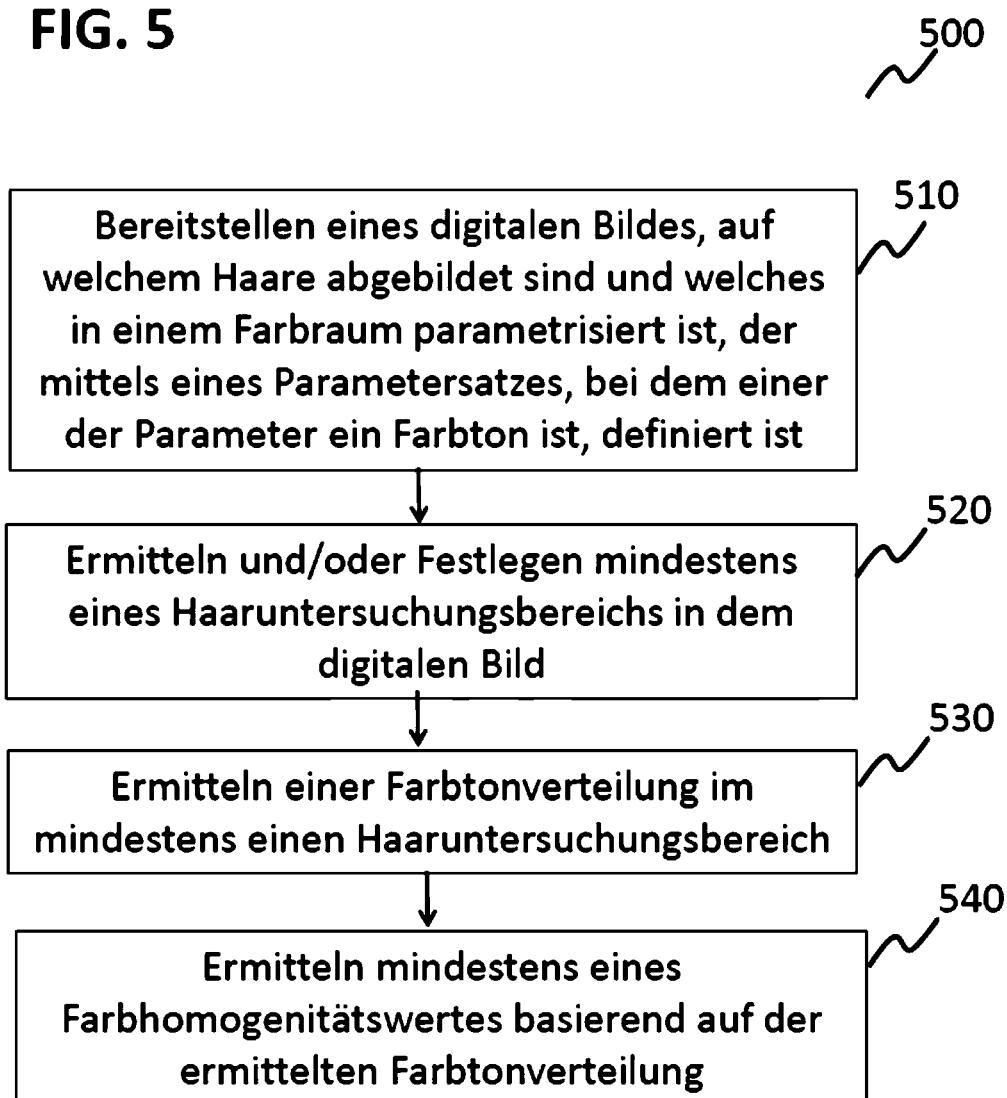
FIG. 5

FIG. 6

