



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 601 07 425 T2 2005.11.10

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 294 568 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 601 07 425.4

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/EP01/06597

(96) Europäisches Aktenzeichen: 01 947 359.4

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 01/096908

(86) PCT-Anmeldetag: 11.06.2001

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 20.12.2001

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 26.03.2003

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 24.11.2004

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 10.11.2005

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **B41M 3/00**

B41M 7/00, B41M 5/38, B29D 11/00,  
G02C 7/04, G03C 7/30, G03G 7/00,  
B41M 3/14, B41M 5/00

(30) Unionspriorität:

211024 P 12.06.2000 US

213217 P 20.06.2000 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR

(73) Patentinhaber:

Novartis AG, Basel, CH

(72) Erfinder:

TUCKER, C., Robert, Arlington Heights, US

(74) Vertreter:

Zumstein & Klingseisen, 80331 München

(54) Bezeichnung: FARBDRUCK AUF KONTAKTLINSEN

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

### HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0001]** Für kosmetische Zwecke besteht eine hohe Nachfrage nach Kontaktlinsen mit einem oder mehreren Färbemitteln, die in der Linse dispergiert sind oder auf die Linse gedruckt sind. Diese gefärbten Kontaktlinsen verbessern die natürliche Schönheit des Auges oder stellen einzigartige Muster auf der Iris des Trägers bereit.

**[0002]** Derzeit beinhalten Verfahren zum Drucken von Tinten auf Kontaktlinsen das Druckstock-Tintentransferdrucken. Ein typisches Beispiel für dieses Drucken folgt. Ein Bild wird in Metall geätzt, um einen Druckstock auszubilden. Der Druckstock wird an einem Drucker angeordnet. Sobald er sich am Drucker befindet, wird der Druckstock entweder durch ein Aufstreichsystem mit offenem Farbnapf oder durch einen geschlossenen Farbbecher, der über das Bild gleitet, eingefärbt. Dann nimmt ein Silikontampon das gefärbte Bild vom Druckstock auf und überträgt das Bild auf die Kontaktlinse. Die Silikontampons bestehen aus einem Material, das Silikon umfasst, das in der Elastizität variieren kann. Die Eigenschaften des Silikonmaterials ermöglichen, dass die Tinten vorübergehend an dem Tampon kleben und sich vollständig vom Tampon lösen, wenn er mit der Kontaktlinse in Kontakt kommt.

**[0003]** Es bestehen verschiedene Nachteile, die mit der Verwendung des Druckstock-Tintentransferdrucks zum Färben von Kontaktlinsen verbunden sind. Diesem Verfahren fehlt es an Konsistenz. Geringfügige Unterschiede im Silikontampon können eine breite Variation in der Bildqualität verursachen, was sich auf die Punktauflösung und Farbreproduzierbarkeit auswirkt. Ferner ist die Mehrfarbschichtung schwierig und zeitaufwändig. Außerdem ist der Gestaltungs- und Druckvorgang unter Verwendung dieses Verfahrens langsam. Nachdem ein Bild vollständig gestaltet ist, kann es etwa zwei Wochen dauern, bevor dieses Bild auf einen Druckstock geätzt wird. Die Einrichtung ist gewissenhaft detailliert und langwierig, wenn mehr als eine Farbe unter Verwendung dieses Verfahrens auf die Linse gedruckt wird. Derzeit können nur drei Farbüberlagerungen unter Verwendung dieses Druckverfahrens aufgetragen werden. Die Schwierigkeit und Langsamkeit dieses Druckverfahrens hemmt Geschäftsstrategien, was es schwierig macht, Verbrauchern eine Chance zu bieten, ihre eigenen Kontaktlinsen an der Kaufstelle zu gestalten und zu bedrucken.

**[0004]** Beispiele von Tintenstrahl-Druckverfahren sind in JP 08 112566 A, JP 10 171994 A und in den nicht vorveröffentlichten WO 01 40846 offenbart. Es besteht jedoch immer noch ein Bedarf für eine einfache, schnelle und sehr genaue Druckvorrichtung und

ein Verfahren, die in der Lage sind, Bilder mit hoher Qualität auf Kontaktlinsen in einer konsistenten Weise zu erzeugen, insbesondere wenn mehrere Farben gedruckt werden. Vorzugsweise sollten eine Druckvorrichtung und ein Druckverfahren Verbrauchern ermöglichen, ihre eigenen Kontaktlinsen zu gestalten und zu bedrucken, wenn sie diese Linsen erwerben.

### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0005]** Die Produkte und Verfahren der vorliegenden Erfindung gehen zumindest einige der Schwierigkeiten im Stand der Technik an.

**[0006]** In einem Aspekt der Erfindung umfasst ein Verfahren zur Herstellung einer gefärbten Kontaktlinse das Drucken mindestens einer Schicht eines Färbemittels auf eine Kontaktlinse unter Verwendung von Tintenstrahldruck.

**[0007]** Das Verfahren umfasst die Schritte: Transportieren einer Kontaktlinse in einen Tintenstrahldrucker mit einer Vielzahl von Düsen, wobei jede Düse bemessen ist, um Tropfen mit einem Volumen von weniger als 100 Pikolitern eines Färbemittels zu bilden, und wobei der Tintenstrahldrucker in der Lage ist, auf die Oberfläche der Kontaktlinse Pixel zu drucken, die einen kleineren Durchmesser als 150 µm (Mikrometer) aufweisen, und ein Muster auf die Oberfläche der Kontaktlinse zu drucken, indem unter der Steuerung eines Computers Tröpfchen des Färbemittels aus einer oder mehreren Düsen auf die Oberfläche der Kontaktlinse ausgegeben werden.

**[0008]** Die vorliegende Erfindung stellt die vorangehenden und weitere Merkmale bereit und die Vorteile der Erfindung werden aus der folgenden ausführlichen Beschreibung der derzeit bevorzugten Ausführungsformen weiter ersichtlich. Die ausführliche Beschreibung erläutert die Erfindung lediglich und begrenzt den Umfang der Erfindung nicht, welcher durch die beigefügten Ansprüche und deren Äquivalente definiert ist.

### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

#### DEFINITIONEN

**[0009]** "Färbemittel" bedeutet entweder einen Farbstoff oder ein Pigment oder ein Gemisch davon.

**[0010]** "Farbstoff" bedeutet eine Substanz, die in einem Lösungsmittel löslich ist und die verwendet wird, um Farbe zu verleihen. Farbstoffe sind typischerweise durchscheinend und absorbieren Licht, streuen es jedoch nicht. Farbstoffe können sowohl optische Bereiche von Kontaktlinsen als auch nicht-optische Bereiche von Kontaktlinsen bedecken.

**[0011]** "Fluoreszenz" bedeutet Lumineszenz, die

durch Absorption von sichtbarem Licht oder Ultravioletstrahlung mit einer Wellenlänge, gefolgt von einer fast unmittelbaren Emission mit einer längeren Wellenlänge, verursacht wird. Die Fluoreszenzemission hört fast unmittelbar auf, wenn das Licht oder die einfallende Ultravioletstrahlung stoppt.

**[0012]** "Monomer" bedeutet Verbindungen mit niedrigem Molekulargewicht, die polymerisiert werden können. Niedriges Molekulargewicht bedeutet typischerweise mittlere Molekulargewichte von weniger als 700 Dalton. Der Begriff "Monomer" bezieht sich auch auf Verbindungen oder Polymere mit mittlerem und hohem Molekulargewicht, die manchmal als Makromonomere bezeichnet werden (das heißt, typischerweise mit zahlenmittleren Molekulargewichten von mehr als 700), die funktionale Gruppen enthalten, die zu weiterer Polymerisation in der Lage sind.

**[0013]** "Perleszenz" bedeutet mit einem perlmuttartigen Glanz; der im physikalischen Aussehen einer Perle ähnelt; oder mit einer fast neutralen, geringfügig bläulichen mittelgrauen Farbe.

**[0014]** "Phosphoreszenz" ist Lumineszenz, die durch die Absorption von Strahlung mit einer Wellenlänge, gefolgt von verzögter Emission mit einer anderen Wellenlänge, verursacht wird. Die Phosphoreszenzemission hält längere Zeit an, nachdem die einfallende Strahlung stoppt.

**[0015]** "Pigment" bedeutet eine pulverförmige Substanz, die in einer Flüssigkeit suspendiert ist, in der sie relativ unlöslich ist. Pigmente werden verwendet, um Farbe zu verleihen. Da Pigmente in Form einer Suspension vorliegen, weisen sie gewöhnlich eine Opazitätsqualität auf. Das heißt, sie reflektieren Licht und behindern den Durchgang von Licht. Aus diesem Grund ist es bevorzugt, dass sich Pigmente in nicht-optischen Bereichen einer Kontaktlinse befinden.

**[0016]** "Polymer" bedeutet ein durch Polymerisieren von einem oder mehreren Monomeren gebildetes Material.

#### DIE KONTAKTLINSEN

**[0017]** Die Verfahren der vorliegenden Erfindung beinhalten das Drucken eines Färbemittels auf eine Kontaktlinse unter Verwendung von Tintenstrahldruck. Das Bild ist vorzugsweise ein digitales Bild, aber es kann auch ein analoges Bild sein.

**[0018]** In einer Ausführungsform sind die Kontaktlinsen transparent, bevor sie bedruckt werden. In einer anderen Ausführungsform sind die Kontaktlinsen getönt, bevor sie bedruckt werden. Das heißt, ein Färbemittel kann unter Verwendung von Verfahren, die auf dem Fachgebiet gut bekannt sind, in dieser Linse

dispergiert worden sein, bevor diese Linse unter Verwendung einer digitalen Technologie bedruckt wird. In einer weiteren Ausführungsform können die Kontaktlinsen, die bedruckt werden, wahlweise unter Verwendung von Verfahren, die auf dem Fachgebiet gut bekannt sind, vorbedruckt worden sein. Die gut bekannten Verfahren umfassen dasjenige, das im US-Patent Nr. 5 116 112 offenbart ist. Dieses Verfahren beinhaltet das Auftragen einer gefärbten Flüssigkeit (die entweder wärmehärtbar oder thermoplastisch ist) in einer Form zur Herstellung einer Kontaktlinse auf eine Oberfläche derselben, wo der Irsteil der Linse geformt wird, um einen gefärbten Film zu erzeugen, der ein Muster auf dieser bereitstellt, wobei der Film eine Oberfläche, die dem Inneren der Form ausgesetzt ist, und eine Oberfläche in Kontakt mit der Form enthält; und Füllen der Form mit der Linsenformflüssigkeit, die zum Ausbilden des Körpers der Linse verwendet wird, während der gefärbte Film im Irsteil gehalten wird und die Linsenformflüssigkeit um den gefärbten Film angeordnet wird, wodurch die Oberfläche des Films mit dem Körper der Linse einheitlich wird und die Oberfläche des Films zu einem Teil der Außenfläche der Linse wird, wenn die geformte Linse aus der Form entnommen wird.

#### TINTENSTRAHLDRUCK

**[0019]** Vorzugsweise ist das auf die Kontaktlinse unter Verwendung eines Tintenstrahldruckers aufgebrachte Färbemittel eine Tinte: Eine bevorzugte Tinte enthält mindestens einen Farbstoff. Fast jeder Farbstoff kann in der vorliegenden Erfindung verwendet werden, solange er in einem Tintenstrahldrucker verwendet werden kann. Diese Farbstoffe umfassen Fluoreszenzfarbstoffe, Phosphoreszenzfarbstoffe, Perleszenzfarbstoffe und herkömmliche Farbstoffe.

**[0020]** Eine bevorzugte Tinte enthält mindestens ein Pigment. Fast jedes Pigment kann in der vorliegenden Erfindung verwendet werden, solange es in einem Tintenstrahldrucker verwendet werden kann. Bevorzugte Pigmente umfassen Fluoreszenzpigmente, Phosphoreszenzpigmente, Perleszenzpigmente und herkömmliche Pigmente. Pigmente können ein beliebiges Färbemittel umfassen, das in medizinischen Vorrichtungen zugelassen ist und von der FDA genehmigt ist, wie D&C Blue Nr. 6, D&C Green Nr. 6, D&C Red Nr. 17, D&C Violet Nr. 2, D&C Yellow Nr. 10, Carbazolviolett, bestimmte Kupferkomplexe, bestimmte Chromoxide, verschiedene Eisenoxide, Phthalocyaningrün, Titandioxide usw. Siehe Marmi om DM Handbuch von US-Färbemitteln für eine Liste von Färbemitteln, die bei der vorliegenden Erfindung verwendet werden können.

**[0021]** Das Pigment sollte viel kleiner sein als die Öffnung in einer Tintenstrahldüse, um eine Verstopfung während des Druckvorgangs zu verhindern. Dies bedeutet im Allgemeinen, dass bevorzugt Pig-

mente 3 µm (Mikrometer) oder kleiner sind. Größere Pigmente können zu kleineren Teilchen vermahlen werden, um das potentielle Verstopfen zu verringern. Bevorzugte Verfahren zum Verringern der Teilchengröße eines Pigments umfassen Hochgeschwindigkeitsmischer, Kady-Mühlen, Kolloidmühlen, Homogenisatoren, Mikrofluidisierer, Sonalatoren, Ultraschallmühlen, Kugelmühlen, Walzenmühlen, Vibrationskugelmühlen, Attritoren, Sandmühlen, varikinetische Verteiler, Drei-Walzen-Mühlen, Banbury-Mischer oder andere Verfahren, die Fachleuten gut bekannt sind.

**[0022]** Die bevorzugte Tinte weist eine Oberflächenspannung von mindestens 35 mN/m auf. Ein beliebiger Oberflächenspannungsparameter ist annehmbar, solange sich der Tintenstrahl angemessen ausbreitet, wenn er die Linse kontaktiert. Vorzugsweise zerfällt die Tinte in gut definierte Ströme von Tröpfchen auf der Basis ihrer Oberflächenspannung. Die Oberflächenspannung der Tinte kann durch Hinzufügen oder Entfernen von Verdünnungsmitteln oder Tensiden eingestellt werden.

**[0023]** Es ist bevorzugt, aber nicht notwendig, dass die Tinte in weniger als 5 Sekunden trocknet. Es ist bevorzugt, dass die Tinte an der Linse haftet und dass die Linse ihre Form beibehält, nachdem sie in einem Autoklaven behandelt wird.

**[0024]** Eine bevorzugte Tinte weist organische Lösungsmittel auf. Bevorzugte Lösungsmittel erfordern eine gewisse Polarität, um ein Bindemittel zu lösen. Bevorzugte Lösungsmittel weisen wenige funktionale Gruppen auf, die mit dem Isocyanat-Vernetzungssystem konkurrieren, wie Alkoholgruppen, Amingruppen und Säuregruppen. Eine bevorzugte Tinte kann viele Lösungsmittel enthalten, einschließlich Glycole, Ketone oder Ester. Cyclopentanon ist ein besonders bevorzugtes Lösungsmittel. Eine bevorzugte Tinte könnte gegebenenfalls Feuchthaltemittel (z. B. Ethylenglycol) und Tenside enthalten.

**[0025]** Es ist für einen kontinuierlichen Tintenstrahlbetrieb auch bevorzugt, dass die Tinte durch eine Elektrode aufgeladen wird, um von der Rinne weg und auf die Druckoberfläche zu fallen. Dies kann durch viele auf dem Fachgebiet gut bekannte Vorgehensweisen, einschließlich durch Zugeben von 0,5 Gewichtsprozent eines Salzes, erreicht werden.

**[0026]** Die bevorzugte Tinte fließt in Tintenstrahlauswendungen leicht. Vorzugsweise weist die Tinte eine Viskosität von 1 bis 50 Nsm<sup>-2</sup> (Centipoise) auf. Bevorzugter ist die Viskosität 2 bis 30 Nsm<sup>-2</sup> (Centipoise). Besonders bevorzugt liegt die Viskosität zwischen 5 und 15 Nsm<sup>-2</sup> (Centipoise).

**[0027]** Die Färbemittel können in einer einzigen Schicht oder in vielen Schichten und in einem belie-

bigen Muster, das wünschenswerte kosmetische Effekte erzielt, gedruckt werden. Bevorzugte Muster von Färbemitteln umfassen diejenigen, die in US-Patent Nrn. 5 936 705; 5 414 477; und 5 272 010 ausgewiesen sind.

**[0028]** Die Muster, die die einzige oder die mehreren Schichten von Färbemitteln auf den Kontaktlinsen bilden, bestehen vorzugsweise aus Zonen und die Zonen können aus geformten gefärbten Bereichen innerhalb der Zonen bestehen. Der geformte Bereich kann weiterhin aus Punkten bestehen. Beispiele von Zonen umfassen: eine einzige ringförmige Irisfarzone mit unregelmäßigen inneren und äußeren Rändern, mehrere konzentrische ringförmige Zonen, ringförmige Zonen mit äußeren und inneren Starbursts, und eine einzelne Iriszone, die jedoch in der Struktur entlang mehrerer radialer Linien unregelmäßig ist. Beispiele für geformte gefärbte Flächen innerhalb der Zonen umfassen kreisförmige Flächen, eiförmige Bereiche, unregelmäßige, längliche Bereiche in wurmartigen Formen, radiale Segmente und Kombinationen dieser Formen.

**[0029]** Die Zugabe von Tensiden, insbesondere ionischen Tensiden, kann für eine optimale Farbdispersion hilfreich sein.

**[0030]** In einer bevorzugten Ausführungsform wird die gefärbte Kontaktlinse mit einer Bindemittellösung beschichtet. Das Binden kann während oder nach dem Drucken stattfinden. Es ist bevorzugt, dass die Bindemittellösung auf nur jene Bereiche der Kontaktlinse aufgebracht wird, die sich nicht in der optischen Zone oder der Zone der Kontaktlinse, durch die man sieht, befinden.

**[0031]** Der Vorgang der Beschichtung der Kontaktlinse kann durch ein beliebiges Verfahren durchgeführt werden, das auf dem Fachgebiet gut bekannt ist. In einer Ausführungsform könnte die Bindemittellösung auf die Linse gesprührt werden. Wenn dieses Verfahren verwendet wird, sollte eine Maske über der optischen Zone der Linse angeordnet werden, bevor das Sprühen stattfindet. In einer anderen Ausführungsform könnte die Bindemittellösung unter Verwendung von Drucktampons auf die Linse aufgetragen werden.

**[0032]** Das bevorzugte Lösungsmittel der Bindemittellösung hängt vom verwendeten Beschichtungsverfahren ab. Wenn das Sprühbeschichtungsverfahren verwendet wird, sollte das Lösungsmittel eine niedrige Viskosität aufweisen. Das heißt, es ist bevorzugt, dass die Viskosität geringer als 50 Nsm<sup>-2</sup> (Centipoise) ist. Wenn das Drucktampon-Beschichtungsverfahren verwendet wird, sollte das Lösungsmittel eine höhere Viskosität aufweisen. Das heißt, es ist bevorzugt, dass die Viskosität größer als 100 Nsm<sup>-2</sup> (Centipoise) ist. Die Viskosität kann durch die Zuga-

be oder das Entziehen von Polymerketten oder durch die Zugabe oder das Entziehen eines Lösungsmittels eingestellt werden. Organische Gemische sind die bevorzugten Lösungsmittel.

**[0033]** Vorzugsweise umfasst die Bindemittellösung mindestens ein Monomer. Bevorzugter umfasst die Bindemittellösung mindestens ein hydrophiles Monomer und mindestens ein hydrophobes Monomer. Fast jedes hydrophile Monomer, das als Weichmacher wirken kann, kann verwendet werden. Das hydrophile Monomer kann ermöglichen, dass sich das bedruckte Material mit der Linse verformt, ohne zu reißen. Unter den bevorzugten hydrophilen Monomeren befinden sich 2-Hydroxyethylmethacrylat (HEMA), n-Vinylpyrrolidon (NVP), Glycerinmethacrylat (GMA) und N,N-Dimethylacrylamid (DMA). Diese Liste ist beispielhaft, nicht begrenzend.

**[0034]** Fast jedes hydrophile Monomer kann verwendet werden, um die Festigkeit der Beschichtung zu verbessern und um die Löslichkeit des Monomers in organischen Lösungsmitteln zu verbessern. Unter den bevorzugten hydrophoben Monomeren befinden sich 2-Ethoxyethylmethacrylat (EOEMA), Methylmethacrylat (MMA) und n-Butylmethacrylat (BMA). Diese Liste ist beispielhaft, nicht begrenzend.

**[0035]** Vorzugsweise enthält die Bindemittellösung einen Aktivator. Vorzugsweise wird ein UV- oder wärmeaktivierender Aktivator verwendet.

**[0036]** Vorzugsweise stellt die Bindemittellösung einen eng vernetzten Film her, der die Färbemittel im Film einschließt. Dafür ist es bevorzugt, Ethylenglycoldimethacrylat zuzugeben. Hexamethylendiisocyanat (HMDI) ist ein weiteres bevorzugtes Vernetzungsmittel. Diese Liste ist beispielhaft, nicht begrenzend. Quellmittel werden vorzugsweise verwendet, um das Eindringen des Monomers in die Kontaktlinse zu ermöglichen, und sie verbessern die Hafung. Bevorzugte Quellmittel umfassen Cyclopentanon, Cyclohexanon oder Methylethylketon. Diese Liste ist beispielhaft, nicht begrenzend.

**[0037]** Vorzugsweise enthält die Bindemittellösung einen Haftpromotor. Vorzugsweise ist der Haftpromotor HMDI. Fast jeder Haftpromotor kann verwendet werden, einschließlich jene, die in US-Patent Nr. 5 272 010 offenbart sind.

**[0038]** Vorzugsweise enthält die Bindemittellösung ein Kettenübertragungsmittel. Vorzugsweise ist das Kettenübertragungsmittel Mercaptoethanol.

**[0039]** Ein beliebiger Tintenstrahldrucker kann bei der vorliegenden Erfindung verwendet werden, solange er konfiguriert werden kann, um die Tinten, wie vorstehend beschrieben, auf Kontaktlinsen zu drucken, die gekrümmte Oberflächen aufweisen. Der

TRIDENT OPTIJET 2 Druckkopf ist ein bevorzugter Druckkopf, der von der Trident Corp. in Park Ridge, Illinois, erhältlich ist.

**[0040]** Ein bevorzugter Tintenstrahldrucker ist entweder Tropfen-bei-Bedarf (Drop-on-Demand, DOD) oder Dauerstrahl. Viele Dauertintenstrahldrucker könnten verwendet werden, von Firmen, wie Domino-Amjet, Videojet, Scitex Digital Printing, Willet, Linx, Iris Graphics, Stork und Dupont. Viele DOD-Drucker könnten verwendet werden, von Firmen, wie Epson, Xaar, Hitachi, Spectra, Tektronix, Canon, Hewlett-Packard, Lexmark, Olivetti, Xerox, Panasonic, VUTEk und NEC.

**[0041]** Der Tintenstrahldrucker kann Pixel mit einem Durchmesser von weniger als 150 µm (Mikrometer), vorzugsweise mit einem Durchmesser von weniger als 100 µm (Mikrometer), drucken. Die Pixelgröße wird unter Verwendung von Standardmikroskopietechniken gemessen, die Fachleuten gut bekannt sind. Ein bevorzugter Tintenstrahldrucker kann die Pixel um weniger als 80 µm (Mikrometer) voneinander, vorzugsweise weniger als 50 µm (Mikrometer) voneinander, beabstandet. Um dieses Ergebnis zu erzielen, weisen die Tintentropfen, die aus der Düse emittiert werden, ein Volumen von weniger als 100 Pikolitern, vorzugsweise weniger als 50 Pikolitern und bevorzugter weniger als 10 Pikolitern auf.

**[0042]** Eine bevorzugte Tintenstrahldüse ist bemessen, um Tropfen mit dem bevorzugten Volumen zu bilden, wenn die Tintenviskosität und thermische Kräfte gegeben sind. Vorzugsweise können die Düsen den Linsenoberflächen senkrecht zugewandt sein, wobei sie eine Halbkugel um die Linse bilden. Alternativ könnte die Linsenoberfläche gedreht werden. Es könnte auch nützlich sein, den Druckkopf mit dem Linsenrotator für nicht-radialsymmetrische Linsen mit einem unsymmetrischen Muster schrittweise zu schalten.

**[0043]** In einer bevorzugten Ausführungsform werden die Tintenstrahlköpfe durch die Verwendung eines Computers gesteuert.

**[0044]** In einer bevorzugten Ausführungsform könnte eine Chargenverarbeitung verwendet werden, um viele Kontaktlinsen in einer schnellen Folge zu bedrucken. Eine Charge von acht Linsen (eine Palette) könnte beispielsweise zu acht Druckköpfen gesandt werden. Hubvorrichtungen schieben die Linsenschale, um sie in die Nähe der Druckköpfe zu bringen. Die Schalen könnten in einer gesteuerten Weise gedreht werden. Die Druckköpfe würden auf der Basis von Befehlen, die von der Computersoftware gesandt werden, die Strahlen ein- und ausschalten. Die Hubvorrichtungen würden die Linsen dann wieder auf ihre Palette absenken. Dann würde die Palette durch ein System zum Bedrucken oder Sprühen der Binde-

mittellösung über die Linsen gesandt werden. Dann würden die Linsen zu einem Härtungsvorgang gesandt werden, um die Linsen zu erwärmen und zu trocknen.

**[0045]** Durch Routineversuchsführung kann ein Durchschnittsfachmann den Druckvorgang von Färbemitteln auf Kontaktlinsen unter Verwendung von verschiedenen quantifizierbaren analytischen Verfahren optimieren.

#### BEISPIELHAFTE VERWENDUNGEN VON DIGITALDRUCK

**[0046]** Digitale Druckverfahren der vorliegenden Erfindung können beim Drucken von kosmetischen Mustern, einschließlich irisartigen Mustern, WILD EYE® Mustern, auf Bestellung angefertigten (MTO) Mustern und dergleichen, auf Kontaktlinsen Verwendung finden. Designänderungen in kosmetischen Mustern können leicht ausgeführt werden, insbesondere über verschiedene Linsenmaterialien und Produkte. Das durch digitale Druckverfahren der vorliegenden Erfindung gedruckte Muster kann eine verbesserte Auflösung aufweisen und kann reicher an Detail sein. Digitale Druckverfahren der vorliegenden Erfindung ermöglichen auch, dass Kunden beliebige zu druckende Bilder oder Muster gestalten.

**[0047]** Digitale Druckverfahren der vorliegenden Erfindung können auch beim Drucken von Inversionsmarkierungen auf Kontaktlinsen Verwendung finden. Derzeit ermöglicht eine Inversionsmarkierung einem Benutzer, eine Kontaktlinse leicht zu handhaben und einzusetzen, beispielsweise eine FRESHLOOK®-Kontaktlinse (Wesley Jessen Corporation). Die gedruckte Inversionsmarkierung ist leichter zu identifizieren und zu verwenden als andere Inversionsmarkierungen, die durch Nicht-Druck-Verfahren, einschließlich Ätzen, Positivformen oder Laserätzen, hergestellt werden. Die gedruckten Inversionsmarkierungen könnten auch stärkere Linsen bereitstellen, da kein Material entfernt wird und die Entfernung von Materialien von Linsen Spannungsausbreitungsstellen verursachen könnte. Außerdem kann die gedruckte Inversionsmarkierung eine weniger nachteilige Auswirkung auf den Tragekomfort haben, insbesondere bei einem Druck-auf-Form-System. Potenziell können alle Kontaktlinsen mit einer Inversionsmarkierung bedruckt werden. Die digitalen Druckverfahren und -systeme der vorliegenden Erfindung können Inversionsmarkierungen schnell, potenziell schneller als Tampondruck, drucken.

**[0048]** Digitale Druckverfahren der vorliegenden Erfindung können auch beim Drucken von Lagerverwaltungseinheiten (SKUs) auf Kontaktlinsen Verwendung finden. Die Materialhandhabung und -verpackung ist bei einer großen Anzahl von SKUs immer ein Problem. Das digitale Drucksystem kann ermög-

lichen, dass SKU-Codes entweder in Formen von Zahlen oder als Strichcodes entweder auf eine Form oder in kleinem Druck auf eine Kontaktlinse selbst gedruckt werden. In einer bevorzugten Ausführungsform werden kleine Drucke von SKU-Codes mit einem Irismuster oder irgendeinem anderen kosmetischen Muster oder Inversionsmarkierungen kombiniert. In einem anderen bevorzugten Ausführungsbeispiel werden SKU-Codes diskret in Schwarz gedruckt, damit sie durch die Iris verborgen werden, oder in Weiß gedruckt, damit sie durch die Lederhaut verborgen werden. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird ein Irismuster codiert, sodass es SKUs darstellt, beispielsweise stellen zwei dicke Streifen, gefolgt von zwei dünnen Streifen, Linsen mit einer Verordnung von -3,00 D dar. Durch Drucken von SKU-Codes auf Kontaktlinsen können die digitalen Drucksysteme der Erfindung bei der Überwachung des Produktstroms und beim Überprüfen der Produktidentität bei der Herstellung von Kontaktlinsen helfen. Es gäbe weniger Beschriftungsfehler, da jede Linse schnell identifiziert werden könnte.

**[0049]** Digitale Druckverfahren der vorliegenden Erfindung können ferner beim Drucken von Identitätsüberprüfungsmarkierungen auf Kontaktlinsen Verwendung finden. Durch Drucken eines Identitätscodes, wie eines Strichcodes, eines Zahlencodes, eines speziellen Irismusters oder irgendeines anderen Codiersystems, auf eine Kontaktlinse kann die Identität eines Kontaktlinsenträgers durch Lesen des Identitätscodes mit einem einfachen Kamerasytem, vorzugsweise dem Kamerasytem mit Farbfiltern, überprüft werden. Vorzugsweise werden die Identitätscodes auf Kontaktlinsen mit Fluoreszenz- oder Phosphoreszenztinten gedruckt. Ein solches System kann zum Zugang zu Gebäuden, sicheren Räumen, einem Heimsicherheitssystem, ATMs, Internetseiten und dergleichen verwendet werden. Ein potenzieller Vorteil für die Verwendung dieses Systems besteht darin, dass nur eine Person mit der korrekten Augenverordnung die ID-codierte Kontaktlinse verwenden kann.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer gefärbten Kontaktlinse, wobei das Verfahren die Schritte umfasst: Transportieren einer Kontaktlinse in einen Tintenstrahldrucker mit einer Vielzahl von Düsen, wobei jede Düse bemessen ist, um Tropfen mit einem Volumen von weniger als 100 Pikolitern eines Färbemittels zu bilden, und wobei der Tintenstrahldrucker in der Lage ist, Pixel auf die Oberfläche der Kontaktlinse zu drucken, die einen kleineren Durchmesser als 150 µm (Mikrometer) aufweisen, und Drucken eines Musters auf die Oberfläche der Kontaktlinse, indem unter der Steuerung eines Computers Tröpfchen des Färbemittels aus einer oder mehreren Düsen auf die Oberfläche der Kontaktlinse aus-

gegeben werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Düsen der Oberfläche der zu bedruckenden Kontaktlinse senkrecht zugewandt sind und eine Halbkugel um die Kontaktlinse bilden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Druckschritt Ausgeben von Tröpfchen des Färbemittels aus einer oder mehreren Düsen unter der Steuerung des Computers auf die Oberfläche der Kontaktlinse, während die Kontaktlinse gedreht wird, umfasst.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Färbemittel eine Tinte mit mindestens einem Pigment ist und wobei die Tinte dadurch gekennzeichnet ist, dass sie in der Lage ist, in weniger als 5 Sekunden zu trocknen, dass sie eine Viskosität von 1 bis 50 Nsm<sup>-2</sup> (Centipoise) aufweist, und dass sie in der Lage ist, an der Kontaktlinse zu haften und die Form der Kontaktlinse beizubehalten, nachdem sie in einem Autoklaven behandelt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, welches weiterhin Drucken eines zusätzlichen Musters durch Ausgeben von Tröpfchen eines zusätzlichen Färbemittels aus einer oder mehreren Düsen unter der Steuerung des Computers auf die Oberfläche der Kontaktlinse umfasst.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, welches weiterhin Beschichten der Linse mit einer Bindemittellösung umfasst.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das Beschichten während des Druckens durchgeführt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das Beschichten nach dem Drucken durchgeführt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die Bindemittellösung mindestens ein Monomer umfasst.

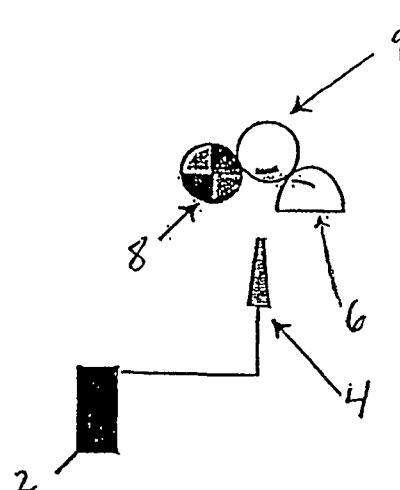
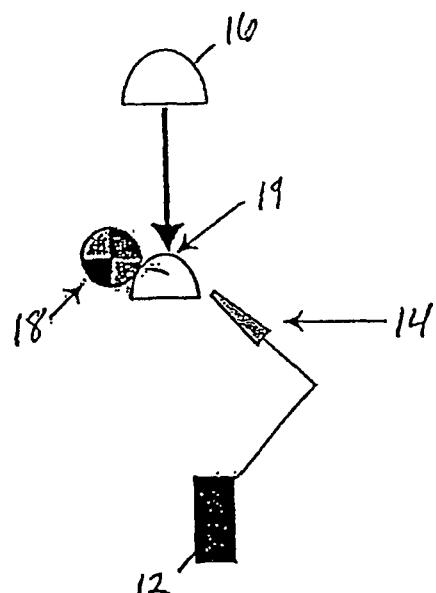
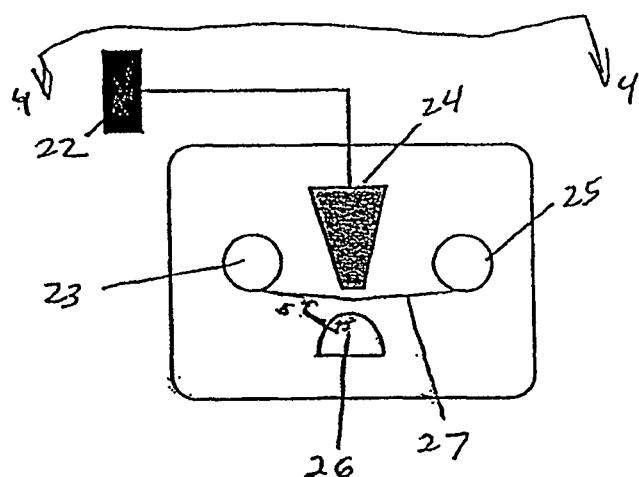
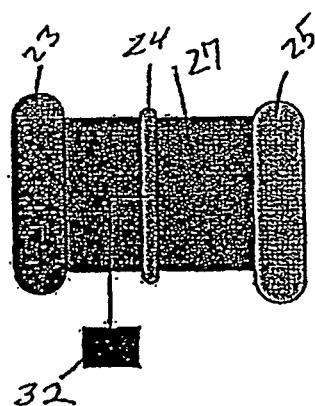
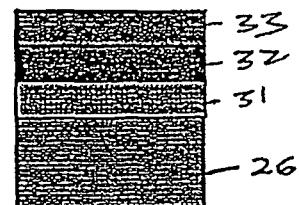
10. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die Bindemittellösung mindestens ein hydrophiles Monomer und mindestens ein hydrophobes Monomer umfasst.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Bindemittellösung 2-Hydroxyethylmethacrylat und 2-Ethoxyethylmethacrylat umfasst.

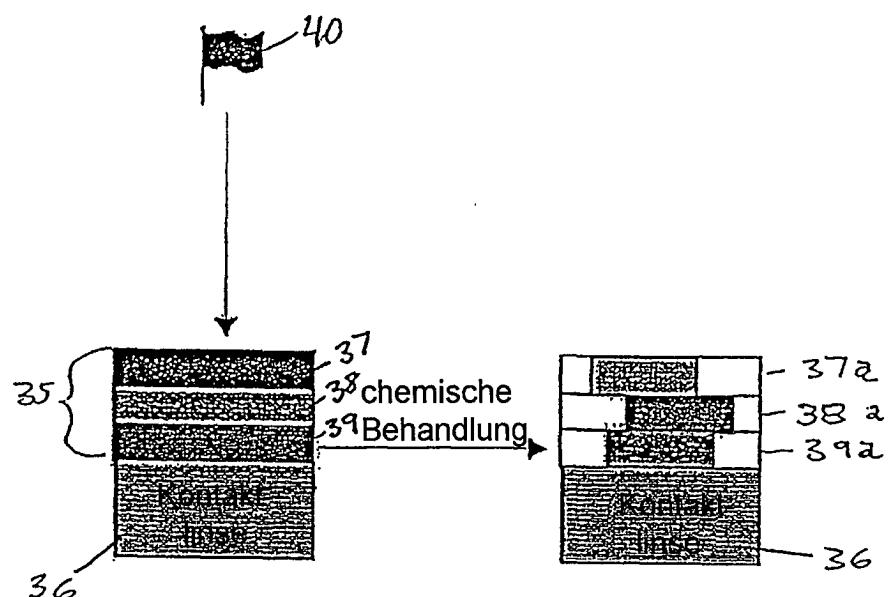
12. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Bindemittellösung weiterhin einen Haftpromotor umfasst.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Beschichtung auf die Kontaktlinse nur in Bereichen aufgebracht wird, die nicht in einer optischen Zone liegen.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

**Figur 1****Figur 2****Figur 3****Figur 4****Figur 5**

Figur 6



Figur 7

