

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4094072号
(P4094072)

(45) 発行日 平成20年6月4日 (2008.6.4)

(24) 登録日 平成20年3月14日 (2008.3.14)

(51) Int.Cl.

F I

B29D 11/00 (2006.01)

B29D 11/00

C08K 5/55 (2006.01)

C08K 5/55

C08L 33/08 (2006.01)

C08L 33/08

G02C 7/04 (2006.01)

G02C 7/04

B29C 45/17 (2006.01)

B29C 45/17

請求項の数 10 (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-168168

(22) 出願日 平成7年6月9日 (1995.6.9)

(65) 公開番号 特開平8-187794

(43) 公開日 平成8年7月23日 (1996.7.23)

審査請求日 平成14年5月20日 (2002.5.20)

(31) 優先権主張番号 257802

(32) 優先日 平成6年6月10日 (1994.6.10)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 591175675

ジョンソン・アンド・ジョンソン・ビジョ
ン・ケア・インコーポレイテッドアメリカ合衆国、32216 フロリダ州
、ジャクソンビル、スイート 100、セ
ンチュリオン・パークウェイ 7500

(74) 代理人 100088605

弁理士 加藤 公延

(72) 発明者 ウォーレス・アンソニー・マーティン

アメリカ合衆国、32065 フロリダ州
、オレンジ・パーク、サンドルウッド・コ
ート 2603

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ソフトコンタクトレンズの低酸素成形

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

連続もしくは半連続自動ソフトコンタクトレンズ製造システムにおいて、対となる凹型および凸型レンズ成形型片 (71 および 73) をそれぞれ、重合可能なモノマーが充填される充填ステーション (30) および前記レンズ成形型片が組み立てられるレンズ成形型片組み立てステーション (31) に十分ガス抜きされた状態で送る方法であって、

前記レンズ成形型片を射出成形する工程と、

前記射出成形されたレンズ成形型片を直ちに不活性ガス雰囲気へ送る工程と、

前記不活性ガス雰囲気へ送られたレンズ成形型片をガス抜きする工程と、

前記ガス抜きされたレンズ成形型片を、前記レンズ成形型片の組み立てに先立って、前記不活性ガス雰囲気下で前記重合可能なモノマーで充填する工程とを含む方法。

【請求項 2】

前記レンズ成形型片は、射出成形装置 (10, 11) から 30 秒以内に前記不活性ガス雰囲気へ送られる請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

前記レンズ成形型片は、前記不活性ガス雰囲気下に 15 分間以下維持される請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】

ソフトコンタクトレンズ用レンズブランクの連続もしくは半連続製造システムにおいて

10

20

直ちに使用できるレンズ成形型片を用意する方法であって、

3 ~ 12 秒間のサイクルで少なくとも約 232 (450 ° F) の成形温度の下に、ポリスチレン製のレンズ成形型ブランクを射出成形する工程と、

前記レンズ成形型ブランクを、15 秒以内に、窒素雰囲気の下に包囲された窒素ゾーン(24)に送る工程と、

前記窒素ゾーンのレンズ成形型ブランクを前記窒素雰囲気下で少なくとも3分間ガス抜きすることで前記レンズ成形型ブランクをほぼ完全にガス抜きしてレンズ成形型片を形成する工程と

を含む方法。

【請求項5】

前記形成されたレンズ成形型片を前記ソフトコンタクトレンズ用レンズブランクの製造システムにおいて組み立ててレンズ成形型を形成し、前記レンズ成形型に前記ソフトコンタクトレンズ用レンズブランクを形成するための反応性モノマーを充填する工程、前記反応性モノマーを早期硬化する工程および前記早期硬化された反応性モノマーを硬化処理する工程に送ることを含む請求項4記載の方法。

【請求項6】

前記レンズ成形型片は凹型レンズ成形型片であり、前記凹型レンズ成形型片は、前記充填工程において、前記凹型レンズ成形型片と反応性モノマーの界面における酸素濃度が 1×10^{-8} モル/cm³ 以下という条件下で、アクリレート反応性モノマー組成物で充填される請求項5記載の方法。

【請求項7】

ソフトコンタクトレンズ用レンズブランクの連続もしくは半連続製造システムであって、大気から酸素を吸収するレンズ成形型ブランクと、硬化時に少量の酸素が存在しても悪影響を受ける反応性モノマーを含む、前記ソフトコンタクトレンズ用レンズブランクを形成するための重合可能な組成物とを使用するシステムにおいて、

ほぼ完全にガス抜きされたレンズ成形型ブランクを形成する成形過程における熱を利用できるように、前記レンズ成形型ブランクの形成操作をソフトコンタクトレンズ製造ラインと物理的に組合せてオンサイトで行うようにし、かつ

前記レンズ成形型ブランクを、15 秒以内に、前記ソフトコンタクトレンズ製造ラインの不活性ガスで包囲されたゾーンへ送り、前記ゾーンで、3 ~ 5 分間大気圧で前記不活性ガスに暴露した場合に達成される前記レンズ成形型ブランク中の酸素濃度に相当する酸素濃度が得られる時間、前記レンズ成形型ブランクを維持するシステム。

【請求項8】

一対をなす凹型および凸型レンズ成形型片の表面に酸素が存在すると硬化特性に悪影響を受ける反応性モノマーからソフトコンタクトレンズ用レンズブランクを形成する方法であって、

前記凹型と凸型のレンズ成形型片をそれぞれ、レンズ成形段階の手前で、約 232 (450 ° F) の温度で製造する工程と、

前記レンズ成形型片を、大気への暴露は最小限にして窒素で包囲された窒素ゾーン(24)へ送り、前記窒素ゾーンで前記レンズ成形型中の酸素をほぼ完全に除去するに十分な3分間を越える時間維持する工程と、

前記窒素ゾーンで、前記凹型レンズ成形型片を反応性モノマーで充填する工程と、

減圧下に維持した真空ゾーン(31)において、前記充填された凹型レンズ成形型片を、前記凸型レンズ成形型片と向かい合わせる工程と、

前記減圧下に維持した真空ゾーンにおいて、前記向かい合わされた前記凹型レンズ成形型片および凸型レンズ成形型片を、両レンズ成形型片の回転軸同士が一致するように位置合わせしてレンズ成形型を組み立てる工程と、

前記各レンズ成形型片を垂直方向に変位させて、過剰の反応性モノマーを除去した後、前記充填された反応性モノマーを閉じ込めるように両レンズ成形型片を封止係合させ、実質的に酸素を含まない前記ソフトコンタクトレンズ用レンズブランクを形成する工程と

10

20

30

40

50

を含む方法。

【請求項 9】

凹型レンズ成形型片(71)を反応性モノマー組成物で充填する工程と、凸型レンズ成形型片(73)を組み立ててレンズ成形型を形成する工程と、コンタクトレンズ用レンズブランクを成形し硬化する工程を含む、連続もしくは半連続自動ソフトコンタクトレンズ製造方法であって、

レンズ成形型片の製造ラインとレンズブランクの製造ラインを合体することと、

前記レンズ成形型片の製造ラインにおいて形成されたばかりのレンズ成形型片の大気への暴露を最小限にすることと、

窒素雰囲気下で前記レンズ成形型片をガス抜きし、成形工程における前記反応性モノマーと前記レンズ成形型片との界面での酸素濃度を 1×10^{-8} モル/cm³ 以下にすることを含む方法。

【請求項 10】

コンタクトレンズ用レンズブランクの製造において、ポリスチレン製のレンズ成形型片と、アクリレートもしくはアルキルアクリレートモノマーを主成分とする反応性モノマー組成物の界面における酸素濃度を 1×10^{-8} モル/cm³ 以下に維持する方法であって、

対となる凹型レンズ成形型片(71)と凸型レンズ成形型片(73)をそれぞれ射出成形する工程と、

前記凹型レンズ成形型片と前記凸型レンズ成形型片とを直ちに不活性ガス雰囲気へ送る工程と、

前記不活性ガス雰囲気下で、前記凹型レンズ成形型片と前記凸型レンズ成形型片とを、ほぼ完全にガス抜きして、成形工程における反応性モノマーと前記凹型レンズ成形型片の界面における酸素濃度および前記反応性モノマー組成物と前記凸型レンズ成形型片の界面における酸素濃度をそれぞれ 1×10^{-8} モル/cm³ 以下にする工程と、

前記窒素雰囲気下で、前記凹型レンズ成形型片と前記凸型レンズ成形型片をそれぞれ、充填ステーション(30)およびレンズ成形型組み立ステーション(31)へ送る工程を含む方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、ソフトコンタクトレンズの成形方法に係り、特に成形型の形成によって得られるレンズ成形用の空隙における欠陥を最小にするレンズの成形型の成形・取扱いを低酸素の下に行う方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

コンタクトレンズ成形用のブランク(前躯体、レンズブランクともいう)は、高温ないし活性放射線(通常は米国特許第4,495,313号にあるような紫外線)の条件下で反応性のモノマーと水で置換可能な希釈剤(触媒を使用してもよい)とともに重合させることによって形成する米国特許第4,565,348号および同第4,460,489号に示されたタイプの二片成形型内に得られる。

【0003】

レンズ成形型片は、典型的には、適当な熱可塑性材料から、射出成形によって形成される。そして、レンズ成形型片は、コンタクトレンズ用レンズブランク製造設備へは、通常多数のレンズ成形型片を支持体に連結したフレームの形で搬送され、使用に備えて保管される。上述の各特許ならびに米国特許第4,680,336号および同第5,080,839号に記載されているように、レンズブランクの生産ラインは、凹型レンズ成形型片を重合可能なレンズ形成用組成物で充填するステーションと、凸型レンズ成形型片と垂直方向に正しく揃えるステーションと、凹凸が対となった各レンズ成形型片を重合可能モノマーのプール周縁の回りで係合させてレンズ成形型とするステーションを備え、レンズ成形型に重合可能なモノマーを充填し、過剰のモノマーを除去して初期状態(硬化前)のレンズブランクを形成

し、レンズブランク形成のため反応性モノマーを硬化させて、そしてレンズ成形型を取り出してレンズブランクを完成する。

【0004】

通常の大気条件下でレンズ成形型を使用すると、レンズ表面における反応性モノマー組成物の硬化が阻害され、この結果硬化が不完全になって、レンズの物理特性および光学パラメータに悪影響を与える。この現象は、レンズ成形型の表面上および表面内部に存在する酸素分子が、好ましい型材料であるポリスチレン固有の特性によって相当量吸収されるためであると突き止められた。すなわち、レンズの成形時には、経験則で決定される受容可能な最大値を越える量の酸素が、反応性モノマー組成物との重合化界面に放出されるのである。より詳しくいうと、酸素は、反応性モノマーと急速に共重合するが、これによって生ずる重合鎖はすぐに終端を迎える。その結果、モノマー反応速度は低下し、鎖の長さは短いものになり、ポリマーの分子量も小さくなる。酸素濃度の重要性和、効果的な制御プロトコルの実施が困難であることは、反応性モノマー／成形型界面における酸素濃度を、空気中における酸素濃度 (3×10^{-3} モル/リットル) の約 1 / 300 未満に制御しなければならないことをみれば分るであろう。

10

【0005】

上述の酸素濃度制限の問題は業界で知られており、レンズ成形型片は、最大でも 1 Torr の真空にし、この条件を 10 ないし 12 時間を越える時間維持させたチャンバを用いて、注意深く時間と労力をかけて状態調節している。停電などで作業サイクルが中断すると、状態調節をやり直さなければならない。しかし、成形したレンズ成形型片および型フレームを長時間熱処理することは、ひずみや表面の泡立ち等を避ける上で禁物である。これらのひずみや表面の泡立ちは、微視的にみても、レンズに必須の光学的透明さを与えるための表面の統一性を破壊するものである。このため、加熱は制限的なもの（例えば 75 で 1 時間）になるが、それでも、歪みのないようレンズ成形型片の表面における酸素濃度を制御するに当たって、より煩雑でなく、より信頼性の高い方法を求める要望があった。

20

【0006】

しかし、通常の製造に係る取扱いにおいて、ガス抜きの後、レンズ成形型片を短時間空気に曝すだけでも有害である。すなわち、30 秒間空気に曝すだけでも、酸素を十分に吸収してしまい、受容可能な条件を取り戻すのに 5 ないし 10 分間ガス抜きをしなければならない。したがって、特にそれぞれ空気への暴露時間が異なる多数のレンズ成形型片を移送させる生産ラインのすぐ手前でガス抜きを行うのは、非現実的とみられているが、現在のところこのシステムについて実質的な改良はなされていない。

30

【0007】

そして、問題は、並置されたレンズ成形型片において前面と後面の湾曲の度合いによりレンズ成形型片の各部分で厚さが異なり、このため反応性モノマー組成物を断面積が異なる表面にわたって酸素に暴露する程度が異なるという事実によって複雑になる。すなわち、この結果、レンズの歪みとその光学特性（屈折率を含む）の劣化が生じる。したがって、酸素の濃度分布は、レンズ成形型の各部分あるいは両半分において、短いガス抜き時間の間是对称のままであるが、長い時間ガス抜きをしていると、段々に非対称となってくる。そして、この変則のため、レンズの前面と後面で硬化が不均一となり、特性も異なってくる。例えば、凸型のレンズ成形型片は、ほぼ 2 時間でガス抜きできるが、凹型のレンズ成形型片は、10 時間後でも完全にガス抜きはされない。

40

【0008】

ソフトコンタクトレンズに対する需要が大きいため、連続的もしくは少なくとも半連続的な生産ラインの開発が切望されている。製造仕様において重要なこととして求められているのは、レンズの製造過程でレンズを自動的に取扱うことである。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

そこで、本発明の目的は、コンタクトレンズブランク製造の歩留りを改善するため、コンタクトレンズ製造システムにおいて酸素量を制御する方法を提供することである。

50

【0010】

本発明はまた、高速大量生産を可能にする連続的あるいは少なくとも半連続的生産ラインで製造されるコンタクトレンズを提供することも目的とする。

【0011】

本発明はさらに、人手による取扱いを最小限にし、材料の移送における時間の遅れを改善するため、そのような製造を自動システムで行わせることも目的とする。

【0012】

上述の各目的は、レンズブランクを、高速での連続操作が可能なコンタクトレンズ統合・自動製造システムにおける硬化の工程を通して製造し、成形した状態から取扱う重要な段階で達成される。

【0013】

【課題を解決するための手段および作用】

本発明は、ソフトコンタクトレンズ用レンズブランクの製造を改良するもので、特に高速度で、例えば底となる曲率半径の標準偏差で測定した場合の変動が少ない物理特性、特に光学特性を改善したレンズを生産する連続もしくは少なくとも半連続自動製造ラインで行われるサブシステムでの操作、手順およびプロトコルに関するものである。本発明は、レンズ成型型ブランクと反応性モノマー組成物の界面における酸素濃度を、最適な製造条件の下で受容可能な光学特性のレンズを高い信頼性の下に生産できるレベル内に制御するプロトコルに従って関連した装置により実行される方法を含む。

【0014】

特に、レンズ成型型表面の酸化を十分に制御するには、レンズ成型型自体の内部およびこの表面での酸素分子の拡散速度と周囲の媒体との酸素分子の交換を考慮することが必要であることが分った。

【0015】

本発明によれば、レンズ成型型ブランクの準備は、レンズ材料の硬化工程に先立ってレンズ成型型ブランクを酸素に暴露する時間を最小にするため、レンズブランクの製造工程と一緒にされる。すなわち、充填（凹型レンズ成型型片への反応性組成物の導入）と硬化の間にたとえ1分の遅れが生じただけでも、反応性モノマーと型の界面において 1×10^{-8} モル/cm³の目標とする酸素濃度を実現するためには、ガス抜きに5時間がかかるため、レンズ成型型ブランクをライン内で準備することの便宜は理解できるであろう。酸素濃度の減少は、従来のようにガス抜きだけで達成されるものではなく、成形装置から得られる高温条件、ならびに、充填、早期硬化および最終硬化工程のため窒素などの不活性ガスでできるだけ早く包囲した、十分にガス抜きされたレンズ成型型ブランクを使って迅速に成形を行うことによっても達成される。

【0016】

型界面で酸素濃度を制御する上で重要なパラメータは、周囲の条件に呼応してレンズ成型型片界面へ入り込みまたこれから出てくる酸素の拡散性、そしてこの後レンズ成型型片と反応性モノマー組成物との間で行き来する酸素の拡散性である。成形されたレンズ成型型片は、特にレンズ成型型片の材料に好ましいとされるポリスチレンの場合、吸収と吸収の機構を通じて受け入れ不能な高レベルの酸素（但し反応性モノマー組成物の感度に応じて移行の可能性あり）を含んでしまう。酸素の移行は酸素の濃度に対応する。すなわち、レンズ成型型片が真空中に曝されると、より濃度の低い箇所（この場合は真空部分）に適当な拡散速度で移行する。当然のことながら、レンズ成型型片の表面は、完全にガス抜きする場合は、最後の箇所となり、前処理の条件整備としては実際には行えないような長いガス抜き時間が必要になる。同じような理由で、酸素の再吸収も表面で起こることがあり、内部に対する再平衡もまた、レンズ成型型片の材料に対する拡散速度によって制御される。このため、大気への暴露はいかなる形にせよ、レンズ成型型片の表面における酸素の濃度を急激に許容できない程度にまで高めるため、条件の調整には、長い時間が必要になる。すなわち、表面にある酸素の一部は、酸素の少ない内部にまで拡散するため、真空もしくは不活性ガスに曝して酸素を除去しようとしても、表面に戻ってくるときここで再度捕

10

20

30

40

50

獲されるからである。

【0017】

レンズ成型型片の内部から吸収された酸素が拡散すると、レンズ表面から残留酸素を一掃しても、レンズの質が著しく低下するため、レンズ成型型片を成形処理用に取り扱うのに、製造プロセスを変更しなければならなくなる。特に、レンズ成型型片を大気に曝した場合は、必ず酸素がさらに吸収され、一部はレンズ成型型片の内部にまで拡散するという事態になる。その結果、酸素の乏しい不活性雰囲気においては、レンズ成型型片の内部にある酸素は、容易にかつ比較的迅速に表面から脱着するのに対し、この場合は、窒素で表面を洗浄しても、酸素の存在によって引き起こされる成形上の問題を避けるには十分ではない。このようなわけで、一旦レンズ成型型片が反応性モノマーで充填されると、窒素による洗浄では問題は解決しないのである。

10

【0018】

このように、レンズ成型型片を大気に曝すときは、レンズ成型型片は最適な程度にまでガス抜きしなければならないが、この問題は、暴露時間を最小にし、ほぼ完全にガス抜きできる時間までレンズ成型型片を窒素雰囲気下に保持することによってのみ、満足できる程度に解決することができる。本発明においては、従来は別の場所で行っていた射出成形操作を、コンタクトレンズの製造ラインと物理的に合体する。成形設備の高温と高圧を利用して、最初は酸素濃度が高いペレット状の材料も、効率よく酸素を除去され、成形過程で形成されたばかりのレンズ成型型片表面は、容易にしかも望ましい程度にまで残留酸素を一掃される。ペレット状の材料はまた、射出成形用のホッパで窒素を使ってガス抜きしてもよい。

20

【0019】

ところで、本出願人の米国特許出願第08/257,785号(米国特許第5,540,410号)(発明の名称;「コンタクトレンズ製造用のレンズ成型型片と成型型片組立体」,発明者; Lust 他,代理人事件整理番号9003)に記載したように、射出成形の設計改善および操作パラメータの変更によりサイクル時間を有利に短縮することができる。しかし、レンズ成型型片が成型型から外されると、好ましい自動システムにおいてさえ、これらのレンズ成型型片は、移送操作の過程で大気に曝される。この結果、レンズ成型型片を取り巻く酸素は、レンズ成型型片内部に拡散する。このため、取り外しおよび移送工程において酸素に曝すのは、各レンズ成型型片の移送につき15秒、好ましくは12秒を越えない程度にする。この後、レンズ成型型片は、レンズ成型型片移送ラインならびに充填および早期硬化ステーションの回りに設けられるハウジング(トンネル)手段において不活性ガス雰囲気、好ましくは窒素に包囲される。このような条件の下でレンズ成型型片の表面にある酸素は、窒素中およびレンズ成型型片の深部に拡散する。

30

【0020】

ポリスチレン製レンズ成型型片を注意深く制御した条件下で自動操作したときの経験によれば、先の米国特許出願第08/257,785号(米国特許第5,540,410号)に記載した条件で形成したレンズ成型型片の場合は、レンズ成型型片を15秒間大気に暴露すると、窒素雰囲気下でのガス抜きに少なくとも3分を要する。もっとも大気への暴露の程度やシステムのプロトコルが異なる場合は、ガス抜き時間はこれに呼応して長くも短くもなる。

40

【0021】

約1~15分間、通常は3分以内窒素に暴露すると、表面の酸素濃度は許容水準以下になり、装置能力の範囲内でほぼ0になる。

【0022】

ガス抜きをした凹型レンズ成型型片は、窒素雰囲気下に維持した充填ステーションに送られ、ここで反応性モノマーが凹型のレンズ成型型片に充填される。ついで、凹型のレンズ成型型片と(ガス抜きを済ませた)凸型のレンズ成型型片は、真空中に維持されたレンズ成型型片合わせ操作工程に送られ、対となる凹型レンズ成型型片と凸型レンズ成型型片は、自動取り扱い手段により、回転軸が一致してそれぞれのフランジが平行になる成形用の位置に合わされる。成形位置にあった凹型および凸型のレンズ成型型片は、ついで窒素トン

50

ネル中にある早期硬化ステーションに送られる。

【0023】

都合のよいことに、ガス抜き操作は、早期硬化の後には行う必要がない。これは、システムが閉鎖されていることによる。すなわち、反応性モノマーは対となった凹型レンズ成形型片と凸型レンズ成形型片の間に封止されているためである。そして、成形を完了前に妨害させないため、レンズ成形型片の外から酸素が決して拡散しないよう、硬化時間は、非常に短縮される。

【0024】

本発明を特徴づける連続プロセスは、凹型および凸型レンズ成形型片をそれぞれ形成する第1および第2の射出成形ステーションを備えるレンズ成形型片製造ゾーンを利用して行われ、さらに、凹型および凸型のレンズ成形型片をゾーンからゾーンへ搬送する搬送ラインと、窒素雰囲気下に維持され、レンズ成形型片をガス抜きする工程と、凹型のレンズ成形型片を反応性モノマー組成物で充填する工程と、凹型のレンズ成形型片と凸型のレンズ成形型片を前述のような整列関係に配置する工程と、真空下で凹型のレンズ成形型片と凸型のレンズ成形型片を成形のため型合わせする工程と、先の反応性モノマー組成物を紫外線を使ってゲル状態に早期硬化させる工程を行って、前記搬送ラインと連続する包囲ゾーン（窒素トンネル）と、および硬化を完結させて完成したレンズブランクがレンズ成形型外しのできる状態にされる硬化ゾーンを具備する。全プロセスは、移送手段、通常一もしくはそれ以上のコンベアを介してつながれる。すなわち、前述の各ゾーンもしくはステーションを搬送される間に、このコンベアの上でレンズ成形型片は組立てられてレンズ成形型となり、配置され、適宜差し込まれる。レンズ成形型は、ミニパレット（例えばキャストアルミニウム、ステンレススチールなどから製造される）内もしくはこの上に配置され、このパレットは、処理ステーションと自動移送装置の空間的な関係を考慮して規則正しく配列された多数（例えば8個）のレンズ成形型を含むことになる。コンベアベルトもしくはトンネルはすべてが、窒素もしくは不活性ガスの包囲下にある。

【0025】

本明細書で一部記載した特許請求の範囲にも謳ったコンタクトレンズ製造システムの好ましい特徴は、本出願人による、米国特許出願第08/258,267号（米国特許第6,752,581号）（発明の名称；「製品を型から取り外し移送する装置」，発明者；Lust他，代理人事件整理番号9002）、同第08/257,786号（米国特許第5,965,172号）（発明の名称；「生産ラインパレットシステム」，発明者；Wang他，代理人事件整理番号9001）、同第08/257,792号（米国特許第5,981,618号）（発明の名称；「型のクランプ止めおよび重合可能ヒドロゲルの早期硬化」，発明者；Larsen他，代理人事件整理番号9007）、および同第08/257,785号（米国特許第5,540,410号）（発明の名称；「コンタクトレンズ製造用の成形型片と成形型組立体」，発明者；Lust他，代理人事件整理番号9003）の各出願に詳細な記載がある。

【0026】

【実施例】

コンタクトレンズ成形システムにおけるレンズ成形型片の処理・取扱いに係る上述の本発明の上述の目的・効果は、添付の図面（似たような要素には数図を通して同一の符号を付してある）とともに、以下の好ましい態様の詳細な説明を参照すれば、当業者には容易に理解できるであろう。

【0027】

本発明は、重合可能ヒドロゲルからソフトコンタクトレンズを形成する方法において有用である。ソフトコンタクトレンズは、第1の凹型あるいは前方湾曲レンズ成形型片71と第2の凸型あるいは後方湾曲レンズ成形型片73を有する、組み立てられたレンズ成形型において形成される。図7と8に示すように、レンズ成形型片の半片は、凹型面71（a）を区画する前方湾曲レンズ成形型片71の中央部と凸型面73（a）を区画する後方湾曲レンズ成形型片71の中央部を有し、可視光および紫外線に対して透明なポリスチレンからつくられる。円形の周縁71（c）は、底として配置される前方湾曲レンズ成形型

片 7 1 上に区画され、環状で実質的に単一面フランジ 7 1 (b) と 7 3 (b) は、中央の湾曲部と一体形成される。少なくとも凹型面 7 1 (a) と凸型面 7 3 (a) の一部はそれぞれ、組み立てられたレンズ成型型内で生産されるコンタクトレンズの前方および後方湾曲部を形づくることのできる寸法を有し、これらの湾曲面は、コンタクトレンズ表面に接触した前述の重合可能組成物の重合によって形成されるコンタクトレンズの表面が光学的に許容できるものとなるくらい十分滑らかにされる。レンズ成型型片は熱を迅速に伝えるのに十分なくらい薄く、かつレンズ取り外しの際レンズ成型型片の半片を分離するために加えられる力に耐えるのに十分な剛性を有する。

【 0 0 2 8 】

レンズ成型型片は、大量生産に適した熱可塑性材料から作製することができ、光学特性が良好で、レンズ成型型片が以下に詳述する重合開始剤と放射エネルギー源とともに行われる重合過程の条件下でも重要な寸法を維持できるような機械特性を有する面をもつように形成される。したがって、凹型と凸型のレンズ成型型片部材は、熱可塑性樹脂からつくられる。適当な材料としては、低密度、中密度および高密度ポリエチレン、ポリプロピレンおよびこれらの共重合体、ポリ - 4 - メチルペンテン、およびポリスチレンなどのポリオレフィンがある。また他にも、ポリアセタール樹脂、ポリアクリルエーテル、ポリアリールエーテルスルホン、ナイロン 6、ナイロン 6 6 およびナイロン 1 1 などの適当な材料がある。フッ素化エチレン / プロピレン共重合体およびエチレン / フルオロエチレン共重合体などの熱可塑性ポリエステルおよび種々のフッ素化材料も使用することができる。

【 0 0 2 9 】

上質の安定なレンズ成型型片、特に大量操作のため複数のレンズ成型型片を使う必要のあるときは、レンズ成型型片材料の選択が重要であることが分った。本発明においては、生産の質は、各レンズの個別検査やレンズの度や曲率による仕分けによって保たれるのではない。その代わり、生産の質は、各レンズ成型型片部材の寸法が非常に小さな許容差内に保ち、またレンズ成型型片を、すべてのレンズに等しい処理を施すという特別な一連の工程で処理することによって判断される。ポリエチレンとポリプロピレンは、熔融状態からの冷却中に一部が結晶化するため、比較的大きな収縮が起きて寸法の変化が生じるが、これは制御が難しい。したがって、本発明に使用するレンズ成型型片に最も好ましい材料は、結晶化せず、収縮の程度が小さくそして比較的低い温度でも光学特性のよい表面に射出成形することができるポリスチレンであることが分った。すでに述べたものを含む他の熱可塑性材料も、同じ特性を有するならば使用することができる。米国特許第 4,565,348 号に記載したポリスチレンのコポリマーおよびブレンドと同じように好ましい特性を示すポリオレフィンのコポリマーまたはブレンドも、本発明の目的には適している。

【 0 0 3 0 】

成形の装置としては、効率、操作の容易さおよび成形に係る時間（サイクル時間）を考えると、射出成形装置が好ましい。上述の好ましいポリスチレンは、空気中の酸素で十分平衡に達するよう、比較的表面積の大きいペレットもしくは粒子の形状で供給される。本発明においては、自動操作の目的のためサイクル時間は極力短縮されるため、平均の材料処理時間は、米国特許出願第 08/257,786 号（米国特許第 5,540,410）にある条件下では 6 秒程度で、この間に材料は熱可塑性条件まで加熱され、型に押し出され、さらに型から放出不いし取り外される。しかし、マニホールドにおいて最高温度の 270 ~ 280 が達成されるのは、材料処理時間の一部に過ぎず、他方型の温度は 215 ~ 220 止りであるため、射出成形操作により各サイクルでほぼ完全にガス抜きされたレンズ成型型片が送り出されるのは驚くべきことである。

【 0 0 3 1 】

射出成形の設備は、典型的には上述の米国特許出願第 08/257,785 号（米国特許第 5,540,410 号）に記載された条件（サイクル時間が 6 秒以下という条件を含む）の下で稼働される。米国特許第 4,565,348 号に記載された方法とは違って、型は、完全に形成されたレンズ成型型片を直接、すなわちフレームのような付属の支持体なしで生産できるように設計される。したがって、レンズ成型型片の取り外しの際、レンズ成型型片を不必要なポリマ

ー材料から引き離す必要はまったくなく、レンズ成形型片は、搬送手段へ送り出すための自動手段から直接に収集される。いかなるサイクルにおいても、レンズ成形型片は何個でも用意することができるが、取扱いの便宜を考え、通常は凹型と凸型それぞれ8個のレンズ成形型片を所定のサイクルで生産し、また自動ロボット手段によりキャストアルミニウムのパレットに搬送する。レンズ成形型片は、ここに収められ、以下の操作に適したアレー形で支持される。

【0032】

連続プロセスのほとんどの段階では、検査手段は基準に満たないレンズ成形型片を拒絶することができることに注意すべきである。したがって、射出成形の後には、通常光電手段を用いる目視で行う、レンズがぼんやりしたり、材料の送り出しが適切でないために起こるレンズ成形型片の形状欠陥がないかなどの検査により、レンズ成形型片が拒絶され、廃棄される。ラインにおける操作の連続性と一貫性を保つには、たとえ一個でも欠陥が見つかった後は、全成形サイクルまたはレンズ成形型片のパレットをラインから除外する。各パレットは、バーコードスキャナを使ったパレットの追跡と品質管理のため、単一のバーコードを有する。

【0033】

レンズ成形型片を成形型から取り外して搬送手段まで移送する装置は、レンズ成形型片と支持サブアセンブリを受け取る、レンズ成形型片を水平方向に作動する搬送手段まで移送させるのに必要なスライドと回転運動が可能なハンド手段を有する。この自動取扱い装置と関連する装置は、本出願人による米国特許出願第08/258,267号（米国特許第6,752,581号）（発明の名称；「部品を型から取り外し、移送する装置」，発明者；Lust他，代理人事件整理番号9002）に詳細に記載してある。

【0034】

図1にそれぞれ符号101と102で示す第1および第2射出形成装置は、前方および後方湾曲レンズ成形型片を互いにぴったり合うようにそれぞれ成形する。第1射出形成装置10および第2射出形成装置11は図2に示すように並んで（タンデム）配置してもよいし、雰囲気への暴露時間を短くするため、二股鋸の搬送ラインと交差する（同じ面において直交するように配置してもよい）共通の平面に配置してもよい。これらの場合、パレットが上述の品質管理過程で放出されるのを考慮し、レンズ成形型片の昇降および係合ステーションに隣接して、凹型および凸型レンズ成形型片のパレットを受け取り、識別し、そしてモノマーを充填した凹型レンズ成形型片の上方にある凸型レンズ成形型片を、レンズブランクを成形するためのレンズ成形型を形成している組み立て体のために正しく重ね合わせる手段が設けられる。

【0035】

図1に符号104で示した工程でレンズ成形型片を完全にガス抜きしている最中およびこの後に、凹型および凸型レンズ成形型片を収めるパレットはとじ込み状態におかれ、これらの間の係合関係を使って、自動装置が成形を実行する。

【0036】

早期硬化ステーションを含む充填ゾーンは包囲され、かつその全長にわたって、不活性ガス、好ましくは窒素によって加圧される。窒素の量は重要なことではない。操作条件の下にあるガスを効果的に排出させるのに十分な窒素の圧力を用いるのが適している。窒素のトンネル内にある充填ゾーンの各セクションにおいては、形成されたばかりのレンズブランクがガス抜きされ、凹型のレンズ成形型片は反応性モノマー組成物で充填され、凹型および凸型レンズ成形型片は、昇降ステーションに移送され、相補的な成形が実行される。充填ゾーンは、搬送手段の一部を取り囲むが、この搬送手段は、凹型および凸型のレンズ成形型片をそれぞれ充填ゾーンに搬送し、充填ゾーンの終点では、充填されかつ対にされたレンズ成形型片を早期硬化ゾーンへ送る。図3に符号40で示した充填ゾーンは、通常矩形の断面を有し適当な熱可塑性材料ないし金属と熱可塑性材料の構造体から形成された、形状的に適した透明な包囲体によって区画される。

【0037】

図 1 の工程 1 0 4 に示したように、モノマーもしくはモノマー混合物は、レンズ成形型片に充填する前に、ガス抜きをする。ガス抜き装置は、図 9 に模式的に示した。モノマーもしくはモノマー混合物は、容器 1 0 0、典型的には 1 5 リットルのものに収められる。この容器は、導管 1 1 2 によってモノマーガス抜きシステムに連結される。ポンプ 1 1 4 によって吸引が行われ、モノマーはドラム 1 0 0 から導管 1 1 2 を経てポンプ 1 1 4 まで引き出され、ポンプ排出管 1 1 6 から外に出る。排出管を通過した後、モノマーはフィルタ 1 1 8 を通り、不要な粒状汚染物はここで除去される。

【 0 0 3 8 】

モノマーはついで、ガス抜きユニット 1 2 2 の入口 1 2 0 に到達する。このガス抜きユニットの中では、モノマーは複数のチューブ 1 2 4 に仕分けされ、ついでガス抜きユニットの排出口を通る際に、再び一緒にされる。ガス抜きユニットは、真空ポンプ 1 2 8 で 1 ~ 4 0 torr の低圧にされた中で作動される。真空ポンプ 1 2 8 は、導管 1 3 0 を介してガス抜きユニット 1 2 2 に取り付けられ、過剰の空気をガス抜きユニットから引き出し、導管 1 3 2 を介して外部に排出する。複数のチューブ 1 2 4 は、好ましくは、ミシガン州ミッドランドの Dow Corning 社製 Q74780 医療用グレードのシリコンゴムから製造したニュージャージー州アンドーバーにある Sanitec 社の S T H T チューブなどの、ガス透過性のチューブ材でつくったものがよい。図 9 には二本のチューブを示しているが、ガス抜きユニット 1 2 2 では、典型的には 1 0 本のチューブが用いられる。

【 0 0 3 9 】

モノマーは、排出管 1 2 6 を通じてガス抜きユニット 1 2 2 を出ると、酸素モニタ 1 3 4 を通過する。このモニタは、モノマー中の残留酸素を測定し、ガス抜きユニットが正常に働いているかどうかを確認する。もしモノマー中の酸素量が多いと判断されると、生産ラインの稼働は、欠陥レンズができるのを避けるため異常が正されるまで、停止する。

【 0 0 4 0 】

一旦酸素モニタ 1 3 4 が、モノマーの酸素含量は十分に低いと判断すると、モノマーは、導管 1 3 6 を通ってマニホールド 1 3 8 に到る。マニホールドは、ポンプコントローラ（図示せず）によって制御される複数の高精度供給ポンプ 1 4 0 に対する共通の供給源として使用され、またモノマー供給ステーション 5 0 において各コンタクトレンズ成形型を充填するのにも使用される。マニホールド 1 3 8 に送られるガス抜き処理を済ませたモノマーを進めるポンプ 1 4 0 は、バーモント州ノーススプリングフィールドにある I V E K Corporation 製の I V E K ポンプである。これらのポンプは、高精度でガス抜き済のモノマーを、ノズル 1 4 2 を介して型の空隙に供給する。

【 0 0 4 1 】

モノマーはポンプ 1 4 0 からノズル 1 4 2 へ、供給管 1 4 1 から送られるガスとともに供給されるが、これらの要素は、装置の稼働を助ける連結ブロック 1 4 3 を構成する。各供給管 1 4 1 は、対応する放出ノズル 1 4 2 に連結されるが、これらのノズルは、充填ゾーン 4 0 におけるパレット 2 0 の道筋と各前方湾曲レンズ成形型片 7 1 の上方に直に吊り下げられる。充填時にパレット 2 0 を囲む雰囲気は、酸素濃度が低い窒素雰囲気であることにも留意されたい。ポンプ 1 4 0 は、正確に 6 0 μ l を各型の空隙に充填するよう作動される。

【 0 0 4 2 】

各ノズル 1 4 2 の先端は、外径が約 0 . 0 7 0 インチ、内径が約 0 . 0 7 0 インチでテフロン製である。そして各先端は約 4 0 ° の角度に切り取られ、充填時には、前方湾曲レンズ成形型片 7 1 の水平方向の接線に対し、0 . 5 mm 以内の位置に置かれる。

【 0 0 4 3 】

モノマーもしくはモノマーの混合物は、ポンプで送り出されると、ノズルの先端の角まで上方に進む。ノズル 1 4 2 は、型の空隙を充填した後、上方に往復運動する。モノマーのプールはノズルの先端に浸され、先端にモノマー滴をつくらないよう過剰のモノマーを先端から引き取る。この芯上げ作用は、モノマー投与量の正確さを増し、誤って滴下するおそれのあるモノマー滴を引き上げ、泡の形成につながるおそれのあるモノマーの攪拌を

10

20

30

40

50

防止する。

【 0 0 4 4 】

もしモノマー滴がノズル先端に形成されると、通過するパレットもしくは充填ステーションがモノマーの滴下によって汚染されるおそれがある。モノマー滴は、レンズ成形型の空隙もしくはモノマープールの表面に落ちたときでも、ガス泡が形成される場合の種となることが分っている。しかし、モノマープールとノズル先端の間の芯上げ作用を利用することにより、このおそれはほとんどなくすることができる。

【 0 0 4 5 】

図 1 に工程 1 0 5 として示したように、凹型のレンズ成形型片は、反応性モノマー組成物で充填され、ついで窒素ガスのトンネルと間欠的にかつ一体的に形成される真空チャンバに搬送される。真空チャンバ内では、モノマーを充填された凹型レンズ成形型片を、これと垂直方向に整列している凸型のレンズ成形型片と係合させ、ぴったり合わせる。これは、反応性モノマー組成物を、対応するレンズ成形型片の光学面の間に捕え、少なくとも一部を各レンズ成形型片の周縁に形成した封止リングによって封止するためである。この後真空は解除され、合わされたレンズ成形型片は窒素雰囲気を通して、窒素トンネルの一部となっている早期硬化ステーションに進められる。

【 0 0 4 6 】

真空チャンバは、都合上、装置の往復運動によって、単一のパレット上およびこの周囲に形成されるが、この装置は、凸型レンズ成形型片を凹型レンズ成形型片上に、両レンズ成形型片の回転軸が一致するよう、また両レンズ成形型片のフランジが平行になるよう整列して合わせる手段を含む。パレットと封止係合すると同時に、形成されたチャンバは、レンズ成形型の対応する光学面の間にガス泡が捕らえられることのないよう排気される。真空の程度は、対応するレンズ成形型片を閉じ合わせたときに反応性モノマーとレンズ成形型片の界面で捕らえられたガス泡を除去するという目的の観点から選択される。

【 0 0 4 7 】

早期硬化は、本出願人の米国特許出願第 08/257,792 号（米国特許第 5,981,618 号）（発明の名称：「重合可能ヒドロゲルの早期硬化と型のクランプ止め」，発明者：Larsen 他，代理人事件整理番号 9 0 0 7）に記載した通りに行う。

【 0 0 4 8 】

本発明の重要な特徴は、レンズ成形型片の取扱いと処理の工程にある。すなわち、成形したばかりのレンズ成形型片を大気に曝すのは制限している。そしてガス抜き工程は、自動連続操作にもかかわらず余儀なくされる大気への暴露と関連している。かくして、本発明は、真空中での昇降とレンズ成形型片の係合および窒素雰囲気下での早期硬化を組合せ、光学特性の良好なソフトコンタクトレンズを、不良品の数を抑えながら、大量にかつ高速で生産することを可能にする。

【 0 0 4 9 】

本発明によれば、図 2 ～ 図 5 に示したように、第 1 射出成形装置 1 0 および第 2 射出成形装置 1 1 は連続的なサイクルの中で稼働され、凹型および凸型レンズ成形型片のセットを周期的に生産し（周期は通常 3 ～ 1 2 秒間で、好ましくは約 6 秒間、温度は約 2 3 2（4 5 0 ° F）である）、生産されたレンズ成形型は、各サイクルの終点で成形用の型から収集される。幾何配置上は（そして手動による交換をよりよく行うのに好ましい幾何配置においては）、レンズ成形型は、型外しのために開けた時は、垂直もしくは垂直に近い（通常垂直方向から - 5 ～ 1 0 ° の範囲）配置で、完成したレンズ成形型片を提供するのがよい。図 2 に示し、また図 1 に工程 1 0 3 で示したように、回転するハンド手段 1 2，1 3 の各フィンガーは、レンズ成形型片のセットに静かに係合してこれを受け取り、レンズ成形型片のセットを互いに同じ空間位置に保ちながら、搬送ラインと垂直な面から同時に連続的に 9 0 ° 回転して搬送ライン上方でこれと平行な面に到る。そしてレンズ成形型片を、図 2 に符号 1 6 で示す生産ラインの搬送手段に隣接する空間において、レンズ成形型片の移送パレット 1 4，1 5 の上方で解放する。個々の移送パレット 1 4，1 5 は、収集アーム 1 2，1 3 の作用により、一定の間隔をおいて移動する。

【 0 0 5 0 】

前方湾曲レンズ成形型片は、射出成形を行った第1射出成形装置10に備えられている、レンズ成形型片を製造するための成形型（図示せず）から、レンズ成形型片71の光学面71（a）に接触しないよう反対方向に向けて取り外される。前方湾曲レンズ成形型片は、ついで移送用のロボットハンド19によってひっくり返され、その下にある静止したパレット上に載置される。

【 0 0 5 1 】

接続されたロボットアーム18は、後方湾曲レンズ成形型片を、クランプ手段21によって一時的に停止状態にある生産ラインのパレット20の上に直接載置する。

【 0 0 5 2 】

パレット20は、レンズ成形型片のセットを受け取ると、図2に矢印で示した方向に、ベルトコンベア22, 23によって進められ、ハウジング手段24として示した低酸素環境下へ送られる。ハウジング手段24は、図示のようにN₂ガスによって加圧され、また図6に示したように、入口と出口（符号24（a）と24（b）で示した箇所を含む）に窒素換気ロックを具備させてもよい。

【 0 0 5 3 】

図6に示したように、ハウジング手段（N₂トンネル包囲体）24は、図2に示したベルトコンベア23のようなコンベアを取り囲む。ベルトコンベア23は、レンズ成形型片を充填したパレット20を、開口43を通してN₂トンネルまで移送する。開口部43は、圧力をかけたトンネルの雰囲気へ開放される。また、開口部43は、パレットにレンズ成形型片が装填される度に開放される可動性のドア（図示せず）により閉じることができる。加圧窒素と生産環境に入り込んだ酸素を制御しながら排気するため、排気口44も設置される。もしN₂について排気管を用いる場合は、ハウジング手段24内での窒素圧を0.1 inchHgに保つため、逆止弁を設けてもよい。

【 0 0 5 4 】

窒素換気ロックは、入口ロック24（b）に関連してすでに説明したが、これは、入口穴24（a）と出口穴24（c）に設けることもできる。窒素換気ロックを設ける目的は、N₂トンネル包囲体24から出てきた過剰の窒素を浪費するのを防ぐためである。

【 0 0 5 5 】

通常、凹型および凸型のレンズ成形型片をそれぞれ収める移送パレットは、所定の生産ラインのコンベア25上に置く前に、ステーション50において搬送手段上に交互に載置されるが、パレットが欠けている場合にこれを補うための成形ステーションでこれらを取り扱う制御手段にとっては識別は可能である。

【 0 0 5 6 】

好ましい態様においては、6秒の型サイクル時間に追いつくため、ロボットによる2段階の取扱いを行う。まずアーム12, 13を使った中間キャリアである移送パレット14, 15までのロボットによる移送は、約3秒間で行われる。そして残りの時間で、中間キャリア14, 15は、回動可能なロボットアーム17, 18による取り上げ地点（ピックアップポイント）まで移動する。ロボットアーム17, 18はついで、レンズ成形型片のセットを、本発明の生産ライン用に調整した型のキャリア（詳細は後述する）まで移送する。

【 0 0 5 7 】

すでに述べたように、レンズ成形型片は、12～15秒以内にハウジング手段（窒素トンネル）24に移送され、レンズ成形型片の内部および表面に吸収・吸着された酸素を除去するに十分な時間をかけてガス抜きされる。一般に、許容差は、3分の暴露で十分なように、一定の速度の下でハウジング手段（包囲体）24内において適当な長さのゾーンもしくはカバー22, 23, 25、あるいはより短いゾーン内において曲がりくねった通路が与えられる。

【 0 0 5 8 】

レンズ成形型片を十分にガス抜きしたら、ハウジング手段24内において、レンズ成形

10

20

30

40

50

型片を、図 3 に示した充填ゾーン 40 内の充填ステーション 30 まで搬送する。充填ステーション 30 の中では、各前面湾曲レンズ成形型片 71は、反応性モノマー組成物で充填される。すなわち、モノマー組成物は、約 $60\ \mu\text{l}$ の反応性モノマー組成物の計量された流れを介して各レンズ成形型片に溜められ、型の空隙からあふれて両レンズ成形型片 71と73が接合される。反応性モノマー組成物は、酸素の残存量を最小にするため、すでに述べたように、注意深くガス抜きされる。

【0059】

さて、各凹型レンズ成形型片はついで、真空ステーション 31 において、自動手段により、すでに充填済の凹型レンズ成形型片から上下方向に変位した位置にある後方湾曲レンズ成形型片のセットを反転させる対応する凸型レンズ成形型片と組み合わせられ、凸型の後方湾曲レンズ成形型片を充填済の凹型前面湾曲レンズ成形型片の表面上に合わせる。図 1 の工程 106 に示すように、対になってレンズ成形状態に置かれたレンズ成形型片は、今度は間欠的に処理・充填・組立てゾーン 40から窒素トンネルを通過して、早期硬化ステーション 32 まで搬送され、ここで二つのレンズ成形型片は、所定の時間、所定の圧力下で一緒にクランプ止めされる。クランプ止めの工程においては、まず二つのレンズ成形型片を位置合わせし、過剰のモノマーを型の空隙から除去し、そして早期硬化のため、より自由のきく第 2 のレンズ成形型片を、固定された第 1 のレンズ成形型片の上に載せる。第 1 および第 2 のレンズ成形型片に形成されたフランジ71 (b)、73 (b)は、クランプの圧力で互いに平行になるよう整合され、両レンズ成形型片の位置が揃う。またクランプの圧力により、封止された両レンズ成形型片は、第 1 のレンズ成形型片に形成された環状縁に対して抑えつけられ、過剰のモノマーは成形されたレンズから分離される。

【0060】

クランプの圧力は、環状の空気シリンダもしくはばね駆動の環状シリンダによって与えられるが、このようなシリンダは、活性の放射線をシリンダの環および一個もしくは二個のレンズ成形型片を通してヒドロゲルまで通過させる。したがって、この手段は、クランプ圧力および活性放射線の持続時間と強度を制御する手段を含む。

【0061】

所定のクランプ時間が過ぎたら、ヒドロゲルは紫外線源などの活性放射線に曝して、モノマーもしくはモノマー混合物を一部ゲル状態に硬化させる。

【0062】

早期硬化ステーション 32 は、低酸素ゾーン内でも包囲され、フード 41 によって保持され、短い移行トンネル 24 (d) を介して充填ゾーン 40 に連結される。

【0063】

好ましい態様においては、放射線源は、活性の電子ビームもしくは放射線源とするが、好ましくは、 $2 \sim 4\ \text{mW}/\text{cm}^2$ でモノマーを $5 \sim 60$ 秒間、好ましくは 30 秒間照射する紫外線ランプがよい。照射は、パルス発振ないしサイクル発振する高強度の紫外線源からとることもできる。

【0064】

クランプ圧力をかけた下で第 2 の暴露時間が過ぎたら、クランプと紫外線照射を解除し、一部早期硬化したヒドロゲルレンズを型にいたまま、重合と硬化の完全を期するため、図 4 に示す長い硬化トンネルに移す。

【0065】

早期硬化して二つのレンズ成形型片のレンズブランクにあるレンズを収めたパレットは、窒素トンネル 24 の終端にある窒素換気ロック 24 (c) を通過して、硬化ゾーンへ進む。モノマーと希釈剤の混合物はついで、紫外線オープン中で硬化させられ、モノマーの重合は完結する。この紫外線オープン中で活性な可視光もしくは紫外線を放射することにより、ポリマーと溶媒の混合物が最終的な所望のヒドロゲルレンズの形状で得られる。図 1 の工程 107 で示すように、最終的な硬化は窒素もしくは室内雰囲気下で行われる。これは、大気中の酸素が二つのレンズ成形型片のどちらかに移行する前に硬化を完結させるためである。

【 0 0 6 6 】

図 3 と図 4 は、本発明に係る生産ラインにおける硬化ゾーンを示す。ラインの前端で長いサイクル時間を維持する一方で、硬化ゾーンにおいて 2 4 分までの十分な滞留時間を維持するためには、単一のコンベアライン 2 4 (a) を、早期硬化移送アーム 3 6 とシャトルピストン 3 7 を使って二つに増やし、ライン 3 4 と 3 5 の対にする。シャトルピストン 3 7 は、早期硬化ステーション 3 2 からの出力の半分をコンベア 3 4 からコンベア 3 5 に移す。二つのラインはついで、レンズ成形型取り外しステーション 3 3 における レンズ成形型取り外し工程 のすぐ後、再結合ステーション 3 8 で再結合される。

【 0 0 6 7 】

硬化は、平均強度 $3 \sim 3.5 \text{ mW/cm}^2$ の紫外線を放射し、温度を $45 \sim 65$ (オープンにより異なる) に制御できる複数の紫外線オープン 3 9 と 3 9 (a) によって完結される。

10

【 0 0 6 8 】

重合過程が完結すると、取り外し工程において、二つの レンズ成形型片 は、図 5 に示した取り外し装置 3 3 により二つに分け放たれる。このときコンタクトレンズは、第 1 のあるいは前方湾曲 レンズ成形型片 の方に残され、ついで取り外される。底の方に位置する前方湾曲 レンズ成形型片 のフランジは、把持され、直接相反する方向に互いに引き離されるか、あるいはほじくるような運動により一定の角度回転させて互いに引き離す。取り外されたレンズ成形型組立体 は、重合を終えた製品を レンズ成形型 の半片からたやすく取り外せるよう、最初は穏やかに加熱される。前方湾曲 レンズ成形型片 は一回きりの使用で、この後は廃棄される。取り外し工程の後には、溶媒は水で置換し、水和レンズをつくる。このレンズは完全に水和され、緩衝されたときは、最終的な形状および寸法を有するようになり、ついで図 1 の工程 1 0 8 で示したように包装される。最終的な寸法は、多くの場合、元々のポリマー / 溶媒成形品より 1 0 % 大きい。

20

【 0 0 6 9 】

ソフトコンタクトレンズのレンズブランクは、反応性モノマー組成物から形成されるが、この組成物は反応性モノマーに加えて、親水性レンズをつくる場合は水で置換可能な希釈剤を含み、また反応性モノマーの硬化時に架橋剤を補助する重合化触媒、および レンズ成形型 の取り外しを助ける界面活性剤を含む。

【 0 0 7 0 】

好ましい硬化可能な組成物としては、2 - ヒドロキシエチルメタクリレート (H E M A) に基づくコポリマー、ならびに 2 - ヒドロキシエチルアクリレート、メチルメタクリレート、ビニルピロリドン、N - ビニルアクリルアミド、ヒドロキシプロピルメタクリレート、イソブチルメタクリレート、スチレン、エトキシエチルメタクリレート、メトキシトリエチレングリコールメタクリレート、グリシジルメタクリレート、ジアセトンアクリルアミド、酢酸ビニル、アクリルアミド、ヒドロキシトリメチレンアクリレート、メトキシエチルメタクリレート、アクリル酸、メタクリル酸、グリセリルメタクリレートおよびジメチルアミノエチルアクリレートに基づく一もしくはそれ以上のコポリマーがある。

30

【 0 0 7 1 】

好ましい重合可能組成物は、米国特許第 4,495,313 号 (Larsen)、同第 5,039,459 号 (Larsen 他) および同第 4,680,336 号 (Larsen 他) に記載されている。そのような組成物としては、アクリル酸の重合可能親水性ヒドロキシエステルもしくはホウ酸の置換可能エステルと、好ましくは少なくとも 3 個のヒドロキシル基を有するポリヒドロキシル化合物の無水混合物がある。このような組成物を重合させ、ついでホウ酸エステルを水で置換すると、親水性のコンタクトレンズが得られる。本発明で用いるのは、親水性もしくは剛性のコンタクトレンズを製造するためのものであるが、親水性レンズの製造の方が好ましい。

40

【 0 0 7 2 】

重合可能組成物は好ましくは、少量、通常 $0.05 \sim 2\%$ の架橋剤、最も好ましいのは $0.05 \sim 1.0\%$ のジエステルもしくはトリエステル、を含むのがよい。代表的な架橋剤は、エチレングリコールジアクリレート、エチレングリコールジメタクリレート、1,

50

2 - ブチレンジメタクリレート、1, 3 - ブチレンジメタクリレート、1, 4 - ブチレンジメタクリレート、プロピレングリコールジアクリレート、プロピレングリコールジメタクリレート、ジエチルグリコールジメタクリレート、グリコールジメタクリレート、ジエチルグリコールジメタクリレート、ジプロピルグリコールジメタクリレート、ジエチレングリコールジアクリレート、ジプロピレングリコールジアクリレート、グリセリントリメタクリレート、トロメチロールプロパントリアクリレート、トリメチロールプロパントリメタクリレートなどである。典型的な架橋剤は、通常少なくとも（しかし必須ではない）二つのエチレン型不飽和二重結合を含む。

【0073】

重合可能組成物はまた、一般には触媒、通常約0.05～1%のフリーラジカルをもつ触媒を含む。そのような触媒の典型的な例としては、ラウロイルペルオキシド、ベンゾイルペルオキシド、イソプロピルペルカーボネート、アゾビスイソブチロニトリル、およびアンモニウムペルスルフェート・ピロ亜硫酸ナトリウム結合体などの公知の酸化還元システムなどがある。重合反応に対して触媒作用を及ぼすものとして、紫外線、電子ビームあるいは放射能線を照射することもでき、重合開始材を使用することもできる。体表的な重合開始剤には、カンホールキノン、エチル - 4 - (N, N - ジメチル - アミノ) ベンゾエート、および4 - (2 - ヒドロキシエトキシ) フェニル - 2 - ヒドロキシ - 2 - プロピルケトンがある。

【0074】

組み立てられたレンズ成形型における重合可能組成物の重合は、好ましくは組成物を重合開始条件に曝すことによって行う。そのための好ましい方法としては、組成物の中に、紫外線への暴露と同時に働く重合開始剤を含ませ、重合を開始・進行させるのに十分な強度と持続時間の組成物を紫外線に曝す方法がある。このため、二つのレンズ成形型片は、好ましくは紫外線に対して透明にする。早期硬化工程の後には、モノマーは再度紫外線に曝して硬化工程に進め、この硬化工程で重合を完結させる。反応の残留物にとって必要な時間は、どの重合可能組成物にとっても、経験的に容易に分っている。

【0075】

本発明の具体的な実施態様は以下の通りである。

- 1) 前記レンズ成形型片は、射出成形装置から30秒以内に前記不活性ガス雰囲気中に送られる請求項1記載の方法。
- 2) 前記レンズ成形型片は、前記不活性ガス雰囲気下で15分間維持される上記実施態様1)記載の方法。
- 3) 前記レンズ成形型片のうち凹型のレンズ成形型片は、レンズ成形型と反応性モノマーのインターフェースにおける酸素濃度が 1×10^{-8} モル/cm³以下という条件下で、アクリレート反応性モノマー組成物で充填される請求項4記載の方法。

【0076】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、レンズ成形型ブランクとレンズ材料となる重合可能な反応性モノマー組成物の界面における酸素濃度を最適にし、かつレンズ成形型片の生産ラインとレンズの生産ラインを組合せることにより、高速度で、光学特性を改善したレンズを生産することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 低酸素環境下でのレンズ成形型片の製造ならびに型およびコンタクトレンズの処理・取扱いをする連続処理の流れ図。

【図2】 本発明の一態様に係るヒドロゲルコンタクトレンズ成形用の自動ラインにおける第1のセクションを示す簡略化した平面図で、レンズ成形用の型半片製造に用いる射出装置および材料取扱い口ポット装置の平面図を含む。

【図3】 上述のラインにおける第2のセクションを示す簡略化した平面図で、充填ステーション、組立てステーションおよび早期硬化ステーションの説明図。

【図4】 上述のラインにおける第3のセクションを示す簡略化した平面図で、硬化オー

10

20

30

40

50

ブンの説明図。

【図５】 上述のラインにおける第４のセクションを示す簡略化した平面図で、レンズの取り外しステーションの説明図。

【図６】 本発明の一態様に係るガス抜き通気システムとして用いられる装置の説明図。

【図７】 (a)と(b)はそれぞれ、本発明の一態様で用いられる前方の型半片を示す平面図および側面図。

【図８】 (a)と(b)はそれぞれ、本発明の一態様で用いられる後方の型半片を示す平面図および側面図。

【図９】 レンズの成形に用いられるモノマーとモノマー混合物のガス抜きに用いられる装置の説明図。

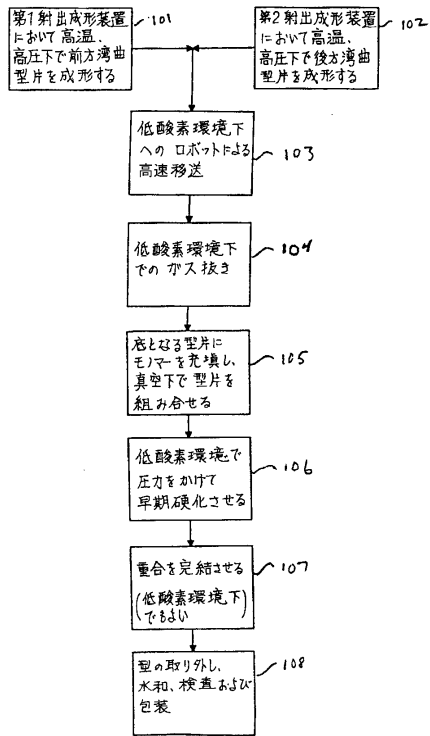
図面において、１０・・・第１射出成形装置、１１・・・第２射出成形装置、１２、１３・・・ハンド手段（収集アーム、アーム）、１４、１５・・・移送パレット（中間キャリア）、１６・・・空間、１７、１８・・・ロボットアーム、１９・・・ロボットハンド、２０・・・パレット、２１・・・クランプ手段、２２、２３・・・ベルトコンベア、２４・・・ハウジング手段（包囲体、窒素トンネル）、２４（a）・・・入口穴、２４（b）・・・入口ロック、２４（c）・・・出口穴（窒素換気ロック）、２４（d）・・・移行トンネル、２５・・・コンベア、３０・・・充填ステーション、３１・・・真空ステーション、３２・・・早期硬化ステーション、３３・・・取り外しステーション（取り外し装置）、３４、３５・・・コンベア、３６・・・早期硬化移送アーム、３７・・・シャトルピストン、３８・・・再結合ステーション、３９、３９（a）・・・紫外線オープン、４０・・・充填ゾーン、４１・・・フード、４４・・・排気口、５０・・・モノマー係合ステーション、７１・・・レンズ成形型片（第１の成形型片、凹型成形型片、前方湾曲成形型片）、７１（a）・・・凹型面、７１（b）・・・フランジ、７１（c）・・・周縁、７３・・・レンズ成形型片（第２の成形型片、凸型成形型片、後方湾曲成形型片、凹凸面）、７３（a）・・・凸型面、７３（b）・・・フランジ、７３（c）・・・周縁、１００・・・容器（ドラム）、１０１・・・第１射出成形装置、１０２・・・第２射出成形装置、１０３・・・移送工程、１０４・・・ガス抜き工程、１０６・・・早期硬化工程、１０７・・・重合完結工程、１０８・・・型の取外し工程、１１２・・・導管、１１４・・・ポンプ、１１６・・・ポンプ排出管、１１８・・・フィルタ、１２２・・・ガス抜きユニット、１２４・・・チューブ、１２８・・・真空ポンプ、１３０、１３２、１３６・・・導管、１３４・・・酸素モニタ、１３８・・・マニホールド、１４０・・・供給ポンプ（ポンプ）、１４２・・・ノズル、１４１・・・供給管、１４３・・・連結ブロック。

10

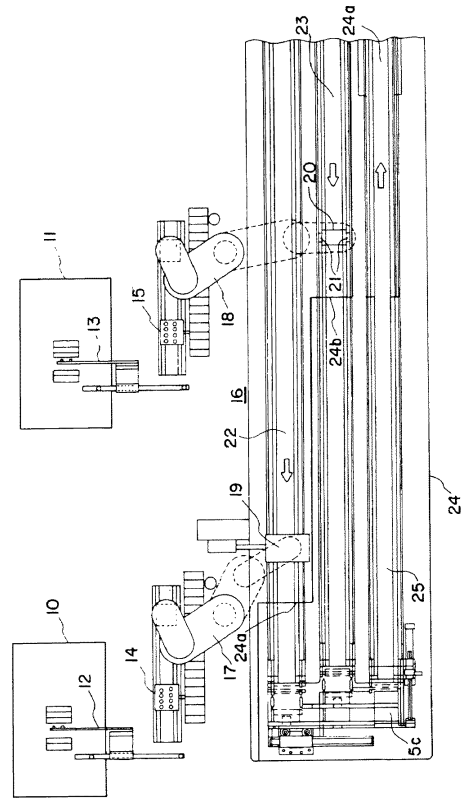
20

30

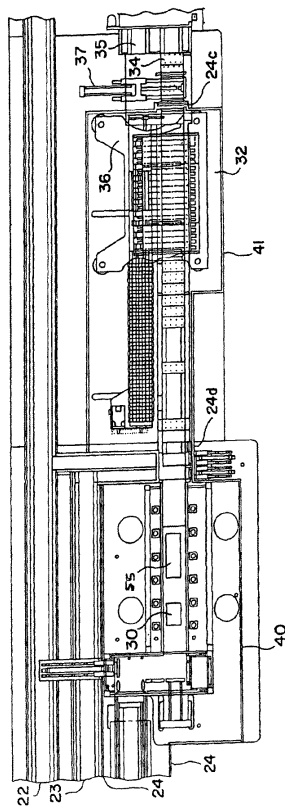
【図 1】



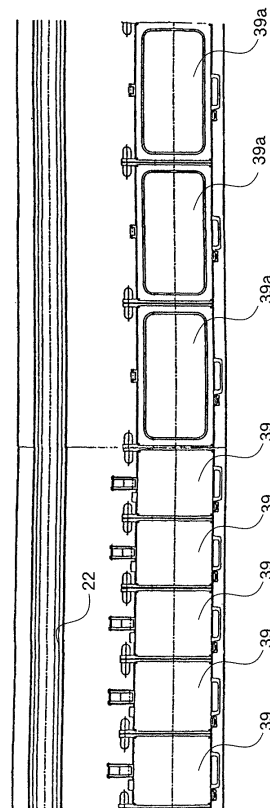
【図 2】



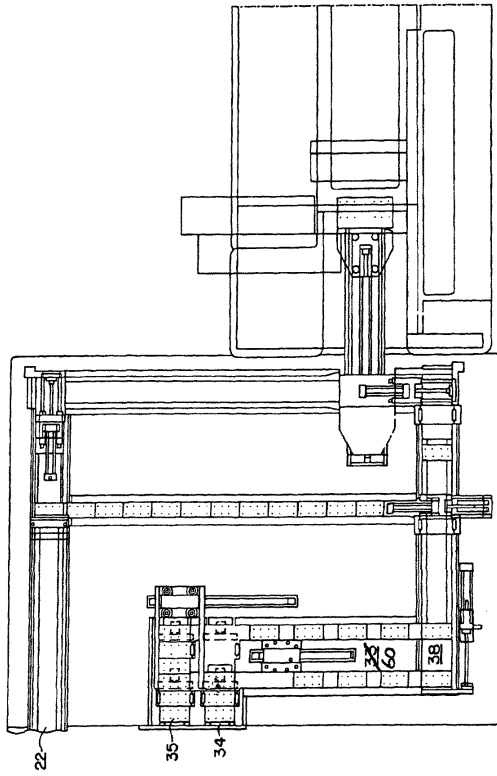
【図 3】



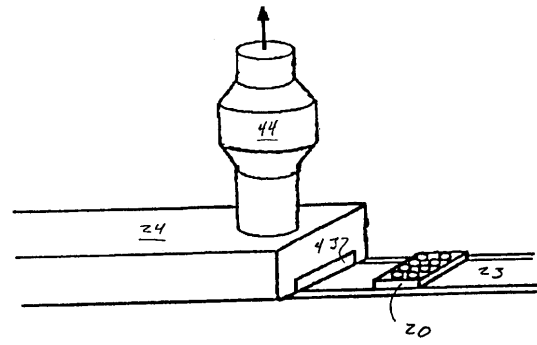
【図 4】



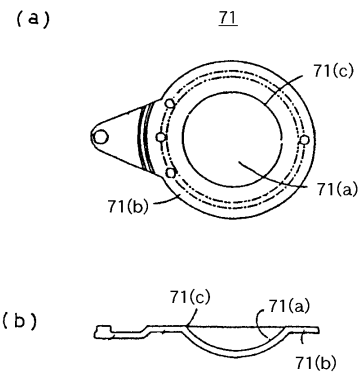
【図 5】



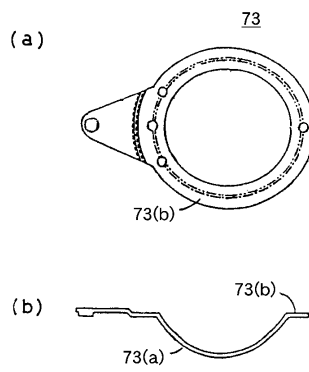
【図 6】



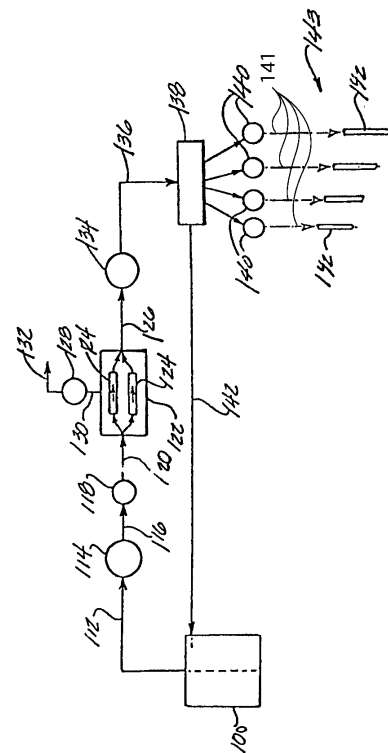
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 2 9 L 11/00 (2006.01) B 2 9 L 11:00

(72)発明者 ジョナサン・パトリック・アダムス
アメリカ合衆国、3 2 2 5 8 フロリダ州、ジャクソンビル、モーニング・ダブ・ドライブ 4 3
4 5

(72)発明者 ジョン・ベンジャミン・エンズ
アメリカ合衆国、3 2 2 5 7 フロリダ州、ジャクソンビル、ジェイバード・サークル・イースト
9 2 5 1

(72)発明者 テュアー・キント・ラーセン
デンマーク国、デーコー - 2 8 4 0 ホルテ、ソレロドベイ 4 0

審査官 大島 祥吾

(56)参考文献 特表平 1 0 - 5 0 7 4 1 8 (J P , A)
特開昭 6 2 - 1 8 9 1 2 2 (J P , A)
特開平 0 1 - 1 5 6 7 2 9 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
B29D11/00 ~ 11/02