

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年1月21日(21.01.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/009737 A1

- (51) 国際特許分類:
C03B 11/00 (2006.01) **C03B 11/12** (2006.01)
B29C 43/02 (2006.01) **G02B 3/00** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/066143
- (22) 国際出願日: 2015年6月4日(04.06.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-148056 2014年7月18日(18.07.2014) JP
- (71) 出願人: オリンパス株式会社(OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 廣瀬 生典(HIROSE, Ikunori); 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大菅 義之(OSUGA, Yoshiyuki); 〒1020084 東京都千代田区二番町8番地20 二番町ビル3F Tokyo (JP).

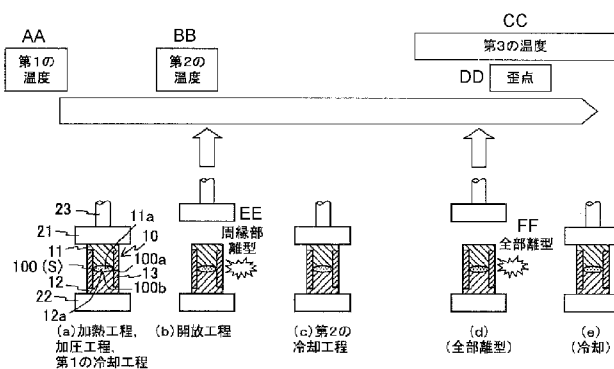
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING OPTICAL ELEMENT

(54) 発明の名称: 光学素子の製造方法



- AA First temperature
BB Second temperature
CC Third temperature
DD Strain point
EE Mold release of peripheral part
FF Total mold release
(a) Heating step, pressing step, first cooling step
(b) Releasing step
(c) Second cooling step
(d) (Total mold release)
(e) (Cooling)

(57) Abstract: This method for manufacturing an optical element includes: a heating step of heating an optical material (100) to a first temperature that is higher than a transition point; a pressing step of pressing the optical material (100) with a first mold (upper mold (11)) and a second mold (lower mold (12)) on opposite sides of the optical material (100); a first cooling step of cooling the optical material (100) to a second temperature that is higher than a strain point and lower than the first temperature while pressing the optical material (100) with a predetermined load with the first mold and the second mold; a releasing step of releasing the predetermined load at a set velocity which is greater than a velocity obtained in advance as a velocity at which elastic deformation of the optical material (100) is prioritized over viscous deformation when the load is released; and a second cooling step of cooling the optical material (100) to a third temperature that is lower than the second temperature.

(57) 要約: 光学素子の製造方法は、光学素材100を転移点より高い第1の温度まで加熱する加熱工程と、光学素材100を挟んで互いに対向する第1の成形型(上型11)及び第2の成形型(下型12)により光学素材100を加圧する加圧工程と、光学素材100を、第1の成形型及び第2の成形型により所定の荷重で加圧しながら、ひずみ点より高く第1の温度より低い第2の温度まで冷却する第1の冷却工程と、荷重開放時において光学素材100の粘性変形よりも弾性変形が優先される速度として予め得られた速度以上の設定速度によって所定の荷重を開放する開放工程と、光学素材100を第2の温度より低い第3の温度まで冷却する第2の冷却工程と、を含む。

冷却する第1の冷却工程と、荷重開放時において光学素材100の粘性変形よりも弾性変形が優先される速度として予め得られた速度以上の設定速度によって所定の荷重を開放する開放工程と、光学素材100を第2の温度より低い第3の温度まで冷却する第2の冷却工程と、を含む。

WO 2016/009737 A1

明 細 書

発明の名称：光学素子の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、光学素子を製造する光学素子の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、光学素材を加熱軟化させた状態で加圧し、冷却することで、光学素子を製造する光学素子の製造方法が知られている。

上記のような光学素子の製造方法において、光学素材を加圧する圧力を加圧側と減圧側とに連続的に変動させる圧力変動を冷却工程で1セット以上行うことで、離型時にクラック、割れ等の不具合や面精度の悪化を抑える手法が知られている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2012-201518号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上記のように冷却工程において光学素材を加圧する圧力を加圧側と減圧側とに連続的に変動させた場合でも、離型促進が不十分な場合があった。

ところで、光学素材を型セットに収容した状態で加熱、加圧、冷却、又は離型等の工程を行う各ステージに順次搬送して各ステージで光学素材の加圧力を開放する場合などには、例えば冷却過程の意図しない段階で光学素材が離型することによって、型セットの成形型から光学素材への形状転写が十分に行えずに、光学素子の面精度が悪化し得る。

[0005] 本発明の目的は、光学素材の離型状態をコントロールすることができる光学素子の製造方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 1つの態様では、光学素子の製造方法は、光学素材を転移点より高い第1の温度まで加熱する加熱工程と、前記光学素材を挟んで互いに対向する第1の成形型及び第2の成形型により前記光学素材を加圧する加圧工程と、前記光学素材を、前記第1の成形型及び前記第2の成形型により所定の荷重で加圧しながら、ひずみ点より高く前記第1の温度より低い第2の温度まで冷却する第1の冷却工程と、荷重開放時において前記光学素材の粘性変形よりも弾性変形が優先される速度として予め得られた速度以上の設定速度によって前記所定の荷重を開放する開放工程と、前記光学素材を前記第2の温度より低い第3の温度まで冷却する第2の冷却工程と、を含む。

[0007] 別の1つの態様では、光学素子の製造方法は、光学素材を転移点より高い第1の温度まで加熱する加熱工程と、前記光学素材を挟んで互いに対向する第1の成形型及び第2の成形型により前記光学素材を加圧する加圧工程と、前記光学素材を、前記第1の成形型及び前記第2の成形型により所定の荷重で加圧しながら、ひずみ点より高く前記第1の温度より低い第2の温度まで冷却する第1の冷却工程と、荷重開放時において前記光学素材の弾性変形よりも粘性変形が優先される速度として予め得られた速度以下の設定速度によって前記所定の荷重を開放する開放工程と、前記光学素材を前記第2の温度より低い第3の温度まで冷却する第2の冷却工程と、を含む。

発明の効果

[0008] 前記態様によれば、光学素材の離型状態をコントロールすることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の第1実施形態に係る光学素子の製造方法を説明するための説明図である。

[図2]各条件における加圧力と加圧力開放時間との関係を示すグラフである。

[図3]各条件における離型成功率を示す表である。

[図4]光学素材の離型を説明するための説明図である。

[図5]本発明の第2実施形態に係る光学素子の製造方法を説明するための説明

図である。

[図6]本発明の第3実施形態に係る光学素子の製造方法を説明するための説明図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の実施の形態に係る光学素子の製造方法について、図面を参照しながら説明する。

〔第1実施形態〕

[0011] 図1は、本発明の第1実施形態に係る光学素子の製造方法を説明するための説明図である。

図1に示す型セット10は、光学素材100を挟んで互いに対向する上型11及び下型12と、これら上型11及び下型12の周囲に配置される筒状の胴型13とを含む。なお、上型11及び下型12は、第1の成形型及び第2の成形型の一例である。また、光学素材100は例えばガラスであり、後述する各工程を経て製造される光学素子は例えばガラスレンズである。

[0012] 上型11には、凹形状の成形面11aが底面に形成されている。下型12には、凹形状の成形面12aが上面に形成されている。そのため、本第1実施形態では、両凸形状の光学素子が製造される。但し、本第1実施形態における光学素子の形状は、周縁部100a以外に最厚部100bを有する他の形状、例えば片凸形状等であってもよい。

[0013] 第1の当接部材21は、上型11の上面に当接可能に配置されている。また、第2の当接部材22は、下型12の底面に当接可能に配置されている。第1の当接部材21は、加圧軸23に連結され、この加圧軸23の駆動によって上下動する。

[0014] 第1の当接部材21及び第2の当接部材22は、例えば図示しないヒータを有し、熱伝導により上型11及び下型12ひいては成形素材100を加熱又は冷却する。そのため、第1の当接部材21及び第2の当接部材22は、加熱手段又は冷却手段として機能する。なお、第1の当接部材21及び第2の当接部材22は、ヒータを有する部材と型セット10との間に配置される

熱伝導用の部材であってもよい。

[0015] 加圧軸 23 は、第 1 の当接部材 21 を上下動させることで、光学素材 100 を加圧する加圧手段、又は、光学素材 100 の圧力を開放する開放手段として機能する。

第 1 の当接部材 21、第 2 の当接部材 22、及び加圧軸 23 は、例えば成形室内に配置されるステージを構成する。成形室内には、1 つ以上のステージが配置される。ステージが 1 つである場合には、上型 11 が第 1 の当接部材 21 に固定され、下型 12 が第 2 の当接部材 22 に固定され、上型 11 と下型 12 との間に光学素材 100 が搬送されてもよい。

[0016] 以下、第 1 実施形態に係る光学素子の製造方法について説明する。

図 1 (a) に示すように、型セット 10 内に収容された光学素材 100 は、第 1 の当接部材 21 及び第 2 の当接部材 22 から上型 11 及び下型 12 を介しての熱伝導などによって、転移点より高い第 1 の温度まで加熱され、軟化する（加熱工程）。

[0017] 次に、光学素材 100 は、加圧軸 23 によって第 1 の当接部材 21 が下降することで、上型 11 及び下型 12 により加圧される（加圧工程）。なお、加熱工程と加圧工程とは、互いに異なるステージ（第 1 の当接部材 21、第 2 の当接部材 22、及び加圧軸 23）において行われてもよいし、同一のステージにおいて行われてもよい。後述する他の工程も同様に、異なるステージにおいて行われてもよいし、2 以上の工程が同一のステージにおいて行われてもよい。但し、後述する第 1 の冷却工程と離型工程とは同一のステージにおいて行われることが望ましい。

[0018] 次に、光学素材 100 は、上型 11 及び下型 12 により所定の荷重で加圧されながら、ひずみ点より高く上記の第 1 の温度より低い第 2 の温度まで冷却される（第 1 の冷却工程）。

[0019] 次に、図 1 (b) に示すように、加圧軸 23 が第 1 の当接部材 21 を上昇させることで、上記の第 1 の冷却工程において光学素材 100 が加圧される所定の荷重が開放される（開放工程）。この開放工程では、荷重開放時にお

いて光学素材１００の粘性変形よりも弾性変形が優先される速度として予め得られた速度以上の設定速度によって所定の荷重が開放される。これにより、光学素材１００の周縁部１００aの少なくとも一部（例えば周縁部１００aの一部のみ又は全部）が上型１１及び下型１２のうち少なくとも一方から離型する。ここで、光学素材１００の周縁部１００aは、光学的特性を発揮する部分（光学機能面）である光学素子の有効径よりも外側に位置する。なお、開放工程については詳しくは後述する。

[0020] 次に、図１（c）に示すように、加圧軸２３が第１の当接部材２１を下降させて上型１１の上面に当接させた状態で、光学素材１００が上記の第２の温度より低い第３の温度まで冷却される（第２の冷却工程）。なお、第３の温度は、ひずみ点以上であってもひずみ点未満であってもよい。

[0021] 次に、図１（d）に示すように、加圧軸２３が第１の当接部材２１を上昇させることで、光学素材１００の例えば全体が上型１１及び下型１２から離型する。このときに加圧軸２３が第１の当接部材２１を上昇させる速度は、上記の設定速度未満でよい。

[0022] 次に、図１（e）に示すように、加圧軸２３が第１の当接部材２１を下降させて上型１１に当接させ、荷重がかからない状態で、光学素材１００を更に冷却してもよい。

その後、製造された光学素子が型セット１０から取り出される。

[0023] ここで、上記の開放工程について説明する。

図２は、各条件における加圧力と加圧力開放時間との関係を示すグラフである。

図３は、各条件における離型成功率を示す表である。

[0024] 図３に示すように、加圧軸２３が第１の当接部材２１を上昇させる速度は、上昇開始から０．２秒後において、条件１では１５［mm／sec］であり、条件２では３０［mm／sec］であり、条件３で９０［mm／sec］である。

[0025] また、図２及び図３に示すように、光学素材１００への加圧力の開放に要

する時間は、条件１では０．２８〔sec〕であり、条件２では０．１５〔sec〕であり、条件３では０．１１〔sec〕である。

[0026] そして、図３に示すように、図１（ｂ）の開放工程における光学素材１００の周縁部１００ａの離型の成功率は、条件１では０〔％〕であり、条件２では４４〔％〕であり、条件３では１００〔％〕である。

[0027] 本第１実施形態では、図１（ｂ）の開放工程における設定速度は、条件３の速度である。これにより、詳しくは後述するが、荷重開放時において光学素材１００の粘性変形よりも弾性変形が優先され、離型が行われる。ここで、粘性変形よりも弾性変形が優先される速度として予め得られる速度は、離型成功率が９０％以上の速度を一例として挙げることができ、上記の設定速度は、上記の予め得られる速度以上の速度、例えば図２及び図３の条件３のように離型成功率１００％の速度（９０〔mm/sec〕）とすることができる。

[0028] なお、上型１１及び下型１２により形成される図１に示す成形空間Ｓが、周縁部１００ａの厚さの５．９倍以上の最厚部１００ｂを有する光学素材１００（光学素子）を成形し得るものである場合に、開放工程において、所定の荷重の開放を０．１１秒以内に完了する速度で行うことが後述する反発力を高め離型を促進する観点から好ましい。

[0029] また、開放工程において、設定速度による開放直前の上記の所定の荷重が２４〔N/mm²〕以上であることが後述する反発力を高め離型を促進する観点から好ましい。

[0030] また、開放工程において、加圧軸２３を傾けることなどによって上型１１の中心軸と下型１２の中心軸とが０．７分～１．５分の範囲で傾いていることが離型を促進する観点から好ましい。

[0031] 図４は、光学素材１００の離型を説明するための説明図である。

なお、図４の上型１１及び下型１２の成形面１１ａ，１２ａの形状は、図１に示すものとはわずかに異なるが、凹形状であることは同様である。

[0032] 図４（ａ）に示すように、凸形状（例えば両凸形状）を有する光学素材１

00は、冷却過程において、表面の曲率が小さくなるように収縮する。そして、光学素材100の収縮力が上型11及び下型12との密着力に勝って、上型11及び下型12の成形面11a, 12aより曲率が小さくなれば離型する。なお、図4(a)において、矢印D1, D2は、光学素材100が上型11及び下型12から受ける力である。

[0033] 光学素材100が粘性流動する領域にあるなら、加圧によって成形面11a, 12aへの密着が維持され、冷えて弾性が強くなってきても、高压がかかっていれば光学素材100の表面の曲率が弾性変形によって成形面11a, 12aよりも小さくなるのを防ぐことができる。

[0034] 光学素材100は、高压状態から急に圧力が抜かれると、弾性ひずみが一気に開放されて、図4(b1)に示すように、光学素材100は縮み上がる方向に変形し(矢印D11~D14)、離型する。このときの光学素材100は、体積一定のまま、上型11と下型12との間隔を広げ、表面の曲率が小さくなるように反発変形する。なお、離型するためには、上述のように光学素材100の収縮力が上型11及び下型12との密着力に勝る必要はある。

[0035] ここで、光学素材100は粘性も有しているため、圧力開放がゆっくりなら粘性流動(変形)できる。そのため、圧力開放がゆっくりだと、粘性流動によって、図4(b2)に示すように、離型せずに上型11と下型12との間隔を広げる反発変形が起こるようになり(矢印D21, D22)、離型しない。これは、光学素材100は、表面の曲率が小さくなるように変形しなくても(離型しなくても)、周縁部の自由面が縮径するように粘性流動して体積を一定に保てるためである。

[0036] 次に、本第1実施形態のように周縁部100aとは異なる部分に最厚部100bを有する光学素材100において、図1(b)の開放工程において周縁部100aを離型させる理由について説明する。

[0037] 光学素材100は、圧力をかけられ、離型しないまま温度が冷えていくと最厚部100bが大きく収縮していくので、圧力開放時に、曲率が小さくな

って上型 1 1 と下型 1 2 との間隔を広げる反発力が発生しなくなる。そのため、光学素材 1 0 0 は、離型せずに温度が冷えていくと徐々に離型しなくなる。

[0038] したがって、最厚部 1 0 0 b の反発力が発生できるうちに、上述のように高圧状態から急に圧力を抜いて光学素材 1 0 0 の弾性ひずみを一気に開放し光学素材 1 0 0 を離型させることで、ひずみを開放させておき、その後の再加圧で新たに反発力を発生させ、最厚部 1 0 0 b の反発力を保った状態で低温（例えばひずみ点）まで冷やせるようになる。

[0039] なお、特に離型開始点である周縁部 1 0 0 a の上面又は底面に平坦部がある両凸形状では、光学素材 1 0 0 の表面が上型 1 1 及び下型 1 2 の成形面 1 1 a, 1 2 a よりも曲率が小さくなる自然収縮作用が平坦部において得られないため、離型が困難である。

[0040] 以上説明した本第 1 実施形態では、光学素子の製造方法は、加熱工程と、加圧工程と、第 1 の冷却工程と、開放工程と、第 2 の冷却工程と、を含む。加熱工程では、光学素材 1 0 0 が転移点より高い第 1 の温度まで加熱される。加圧工程では、光学素材 1 0 0 を挟んで互いに対向する上型 1 1 及び下型 1 2 （第 1 の成形型及び第 2 の成形型の一例）により光学素材 1 0 0 が加圧される。第 1 の冷却工程では、光学素材 1 0 0 は、上型 1 1 及び下型 1 2 により所定の荷重で加圧されながら、ひずみ点より高く第 1 の温度より低い第 2 の温度まで冷却される。開放工程では、荷重開放時において光学素材 1 0 0 の粘性変形よりも弾性変形が優先される速度として予め得られた速度以上の設定速度によって上記の所定の荷重が開放される。第 2 の冷却工程では、光学素材 1 0 0 が第 2 の温度より低い第 3 の温度まで冷却される。

[0041] そのため、開放工程において光学素材 1 0 0 の弾性ひずみが一気に開放されて、図 4（b 1）に示すように光学素材 1 0 0 は縮み上がる方向に変形し（矢印 D 1 1 ～D 1 4）、光学素材 1 0 0 の収縮力が上型 1 1 及び下型 1 2 との密着力に勝り、例えば周縁部 1 0 0 a において、離型する。

[0042] よって、本第 1 実施形態によれば、光学素材 1 0 0 の離型状態をコントロ

ールし、簡単に光学素材100の離型を促進することができる。

[0043] また、本第1実施形態では、開放工程において、上記の所定の荷重を開放することによって、光学素材100の周縁部100aの少なくとも一部が上型11及び下型12のうち少なくとも一方から離型する。そのため、周縁部100aにおいて光学素材100を離型させることで、最厚部100bの反発力を保った状態で低温まで冷やしても光学素材100の全体を上型11及び下型12から容易に離型させることができる。したがって、光学素材100の離型をより一層促進することができる。

[0044] また、本第1実施形態では、上型11及び下型12により形成される成形空間Sが、周縁部100aの厚さの5.9倍以上の最厚部100bを有する光学素材100（光学素子）を成形し得るものであり、開放工程において、上記の所定の荷重の開放を0.11秒以内に完了する速度で行う。そのため、光学素材100の弾性ひずみを一気に開放し、光学素材100の離型をより一層促進することができる。

[0045] また、本第1実施形態では、開放工程において、開放直前の所定の荷重が $24 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ 以上である。そのため、光学素材100の反発力を高めた状態で光学素材100の圧力を開放することができる。したがって、光学素材100の離型をより一層促進することができる。

[0046] また、本第1実施形態では、開放工程において、上型11の中心軸と下型12の中心軸とが $0.7^\circ \sim 1.5^\circ$ の範囲で傾いている場合、光学素材100の周縁部100aにおける離型の作用を強めることができる。したがって、光学素材100の離型をより一層促進することができる。

[0047] 〔第2実施形態〕

本第2実施形態では、開放工程において、光学素材100の周縁部100aのみを離型させるのではなく、光学素材100の全体を離型させる例について説明する。また、本第2実施形態では、第1実施形態と重複する事項については適宜説明を省略し、相違する事項を中心に説明する。

[0048] 図5は、本発明の第2実施形態に係る光学素子の製造方法を説明するため

の説明図である。

図5 (a) に示すように、型セット10内に收容された光学素材100は、上述のように、加熱工程及び加圧工程が行われた後、上型11及び下型12により所定の荷重で加圧されながら、ひずみ点より高く加熱工程の第1の温度より低い第2の温度まで冷却される（第1の冷却工程）。

[0049] 次に、図5 (b) に示すように、加圧軸23が第1の当接部材21を上昇させることで、上記の第1の冷却工程において光学素材100が加圧される所定の荷重が開放される（開放工程）。この開放工程では、荷重開放時において光学素材100の粘性変形よりも弾性変形が優先される速度として予め得られた速度以上の設定速度（例えば図3の条件3の90 [mm/sec]）によって所定の荷重が開放される。これにより、光学素材100の例えば全体が上型11及び下型12のうち少なくとも一方から離型する。

[0050] 次に、図5 (c) に示すように、加圧軸23が第1の当接部材21を下降させて上型11の上面に当接させ例えば荷重をかけない状態で、光学素材100が上記の第2の温度より低い第3の温度まで冷却される（第2の冷却工程）。なお、本第2実施形態における第3の温度は、ひずみ点未満である。

[0051] その後、製造された光学素子が型セット10から取り出される。

以上説明した本第2実施形態では、上述の第1実施形態と同様に、開放工程では、荷重開放時において光学素材100の粘性変形よりも弾性変形が優先される速度として予め得られた速度以上の設定速度によって上記の所定の荷重が開放される。そのため、開放工程において光学素材100の弾性ひずみが一気に開放されて、光学素材100の収縮力が上型11及び下型12との密着力に勝り、例えば全体において、光学素材100が離型する。よって、本第2実施形態によっても、光学素材100の離型状態をコントロールし、簡単に光学素材100の離型を促進することができる。

[0052] また、本第2実施形態では、開放工程において、所定の荷重を開放することによって、光学素材100の全体を上型11及び下型12のうち少なくとも一方から離型させる。そのため、全体離型を行うまで光学素材100に上

型 1 1 及び下型 1 2 の成形面 1 1 a, 1 2 a からの形状転写を十分に行い、面精度が悪化するのを防ぐことができる。

[0053] 〔第 3 実施形態〕

本第 3 実施形態では、開放工程において光学素材 1 0 0 の周縁部 1 0 0 a を上型 3 1 及び下型 3 2 から離型させずに所定の荷重を開放する点、並びに、光学素材 1 0 0 が両凹形状である点において第 1 実施形態と主に相違する。そのため、本第 3 実施形態では、第 1 実施形態と重複する事項については適宜説明を省略し、相違する事項を中心に説明する。

[0054] 図 6 は、本発明の第 3 実施形態に係る光学素子の製造方法を説明するための説明図である。

図 6 に示す型セット 3 0 は、光学素材 1 0 0 を挟んで互いに対向する上型 3 1 及び下型 3 2 と、これらの周囲に配置される筒状の胴型 3 3 とを含む。なお、上型 3 1 及び下型 3 2 は、第 1 の成形型及び第 2 の成形型の一例である。また、光学素材 1 0 0 は例えばガラスであり、後述する各工程を経て製造される光学素子は例えばガラスレンズである。

[0055] 上型 3 1 には、凸形状の成形面 3 1 a が底面に形成されている。下型 3 2 には、凸形状の成形面 3 2 a が上面に形成されている。そのため、本第 3 実施形態では、周縁部 1 0 0 a が最厚部 1 0 0 b となる両凹形状の光学素子が製造される。但し、本第 3 実施形態における光学素子の形状は、周縁部 1 0 0 a 以外に最薄部を有する他の形状、例えば片凹形状やメニスカス形状等であってもよい。

[0056] 図 6 (a) に示すように、型セット 3 0 内に収容された光学素材 1 0 0 は、第 1 の当接部材 2 1 及び第 2 の当接部材 2 2 から上型 3 1 及び下型 3 2 を介しての熱伝導などによって、転移点より高い第 1 の温度まで加熱され、軟化する（加熱工程）。

[0057] 次に、光学素材 1 0 0 は、加圧軸 2 3 によって第 1 の当接部材 2 1 が下降することで、上型 3 1 及び下型 3 2 により加圧される（加圧工程）。

次に、光学素材 1 0 0 は、上型 3 1 及び下型 3 2 により所定の荷重で加圧

されながら、ひずみ点より高く上記の第1の温度より低い第2の温度まで冷却される（第1の冷却工程）。

[0058] 次に、図6（b）に示すように、加圧軸23が第1の当接部材21を上昇させることで、上記の第1の冷却工程において光学素材100が加圧される所定の荷重が開放される（開放工程）。この開放工程では、荷重開放時において光学素材100の弾性変形よりも粘性変形が優先される速度として予め得られた速度以下の設定速度によって所定の荷重が開放される。これにより、光学素材100の周縁部100aを上型31及び下型32から離型させずに所定の荷重を開放することができる。

[0059] 本第3実施形態では、弾性変形よりも粘性変形が優先される速度として予め得られる速度は、離型成功率が10%以下の速度を一例として挙げることができ、上記の設定速度は、上記の予め得られる速度以下の速度、例えば図2及び図3の条件1のように離型成功率0%の速度（15 [mm/sec]）とすることができる。

[0060] ここで、弾性変形よりも粘性変形が優先される速度としては、光学素材100が粘性流動によって、上述の図4（b2）に示すように、離型せずに上型11と下型12との間隔を広げる反発変形（矢印D21，D22）が起こる速度である。

[0061] なお、開放工程において光学素材100を離型させないようにするためには、開放直前の所定の荷重が第1実施形態のように24 [N/mm²] 以上であると離型を促進しうるため、24 [N/mm²] 未満としてもよい。

[0062] また、開放工程において、第1実施の形態のように上型31の中心軸と下型32の中心軸とが0.7分～1.5分の範囲で傾いている場合にも離型を促進しうるため、傾きをなくすか或いは小さくしてもよい。

[0063] 次に、図6（c）に示すように、加圧軸23が第1の当接部材21を下降させ上型31の上面に当接させた状態で、光学素材100が上記の第2の温度より低い第3の温度まで冷却される（第2の冷却工程）。なお、第3の温度は、ひずみ点以上であってもひずみ点未満であってもよい。

[0064] 次に、図6（d）に示すように、加圧軸23が第1の当接部材21を上昇させることで、光学素材100の例えば全体が上型31及び下型32から離型する。このときに加圧軸23が第1の当接部材21を上昇させる速度は、離型を行うことができれば、第1実施形態及び第2実施形態で述べた設定速度、すなわち粘性変形よりも弾性変形が優先される速度として予め得られる速度以上の速度である必要はない。

[0065] 次に、図6（e）に示すように、加圧軸23が第1の当接部材21を下降させて上型31に当接させ、荷重がかからない状態で、光学素材100を更に冷却してもよい。

その後、製造された光学素子が型セット10から取り出される。

[0066] 以上説明した本第3実施形態では、光学素子の製造方法は、加熱工程と、加圧工程と、第1の冷却工程と、開放工程と、第2の冷却工程と、を含む。加熱工程では、光学素材100が転移点より高い第1の温度まで加熱される。加圧工程では、光学素材100を挟んで互に対向する上型31及び下型32（第1の成形型及び第2の成形型の一例）により光学素材100が加圧される。第1の冷却工程では、光学素材100は、上型31及び下型32により所定の荷重で加圧されながら、ひずみ点より高く第1の温度より低い第2の温度まで冷却される。開放工程では、荷重開放時において光学素材100の弾性変形よりも粘性変形が優先される速度として予め得られた速度以下の設定速度によって上記の所定の荷重が開放される。第2の冷却工程では、光学素材100が第2の温度より低い第3の温度まで冷却される。

[0067] そのため、開放工程において、光学素材100は、圧力開放がゆっくりであることによって粘性流動し、図4（b2）に示すように、上型11と下型12との間隔を広げる反発変形が起こるようになり（矢印D21，D22）、離型しづらくすることができる。

[0068] よって、本第3実施形態によれば、光学素材の離型状態をコントロールし、意図しない光学素材100の離型を防ぐことができる。

[0069] また、本第3実施形態では、開放工程において、光学素材100の周縁部

1 0 0 aを上型 3 1 及び下型 3 2 から離型させずに所定の荷重を開放する。
そのため、意図しない光学素材 1 0 0 の離型を防ぐことができる。

符号の説明

[0070]	1 0	型セット
	1 1	上型
	1 1 a	成形面
	1 2	下型
	1 2 a	成形面
	1 3	胴型
	2 1	第 1 の当接部材
	2 2	第 2 の当接部材
	2 3	加圧軸
	3 0	型セット
	3 1	上型
	3 1 a	成形面
	3 2	下型
	3 2 a	成形面
	3 3	胴型
	1 0 0	光学素材
	1 0 0 a	周縁部
	1 0 0 b	最厚部
	S	成形空間

請求の範囲

- [請求項1] 光学素材を転移点より高い第1の温度まで加熱する加熱工程と、
前記光学素材を挟んで互に対向する第1の成形型及び第2の成形型により前記光学素材を加圧する加圧工程と、
前記光学素材を、前記第1の成形型及び前記第2の成形型により所定の荷重で加圧しながら、ひずみ点より高く前記第1の温度より低い第2の温度まで冷却する第1の冷却工程と、
荷重開放時において前記光学素材の粘性変形よりも弾性変形が優先される速度として予め得られた速度以上の設定速度によって前記所定の荷重を開放する開放工程と、
前記光学素材を前記第2の温度より低い第3の温度まで冷却する第2の冷却工程と、
を含むことを特徴とする光学素子の製造方法。
- [請求項2] 前記開放工程において、前記所定の荷重を開放することによって、前記光学素材の周縁部の少なくとも一部を前記第1の成形型及び前記第2の成形型のうち少なくとも一方から離型させることを特徴とする請求項1記載の光学素子の製造方法。
- [請求項3] 前記第1の成形型及び前記第2の成形型により形成される成形空間が、周縁部の厚さの5.9倍以上の最厚部を有する光学素子を成形し得るものであり、
前記開放工程において、前記所定の荷重の開放を0.11秒以内に完了する速度で行う、
ことを特徴とする請求項1又は2記載の光学素子の製造方法。
- [請求項4] 前記開放工程において、開放直前の前記所定の荷重が24 [N/mm²] 以上であることを特徴とする請求項1又は2記載の光学素子の製造方法。
- [請求項5] 前記開放工程において、前記第1の成形型の中心軸と前記第2の成形型の中心軸とが0.7分～1.5分の範囲で傾いていることを特徴

とする請求項 1 又は 2 記載の光学素子の製造方法。

[請求項6]

光学素材を転移点より高い第 1 の温度まで加熱する加熱工程と、

前記光学素材を挟んで互いに対向する第 1 の成形型及び第 2 の成形型により前記光学素材を加圧する加圧工程と、

前記光学素材を、前記第 1 の成形型及び前記第 2 の成形型により所定の荷重で加圧しながら、ひずみ点より高く前記第 1 の温度より低い第 2 の温度まで冷却する第 1 の冷却工程と、

荷重開放時において前記光学素材の弾性変形よりも粘性変形が優先される速度として予め得られた速度以下の設定速度によって前記所定の荷重を開放する開放工程と、

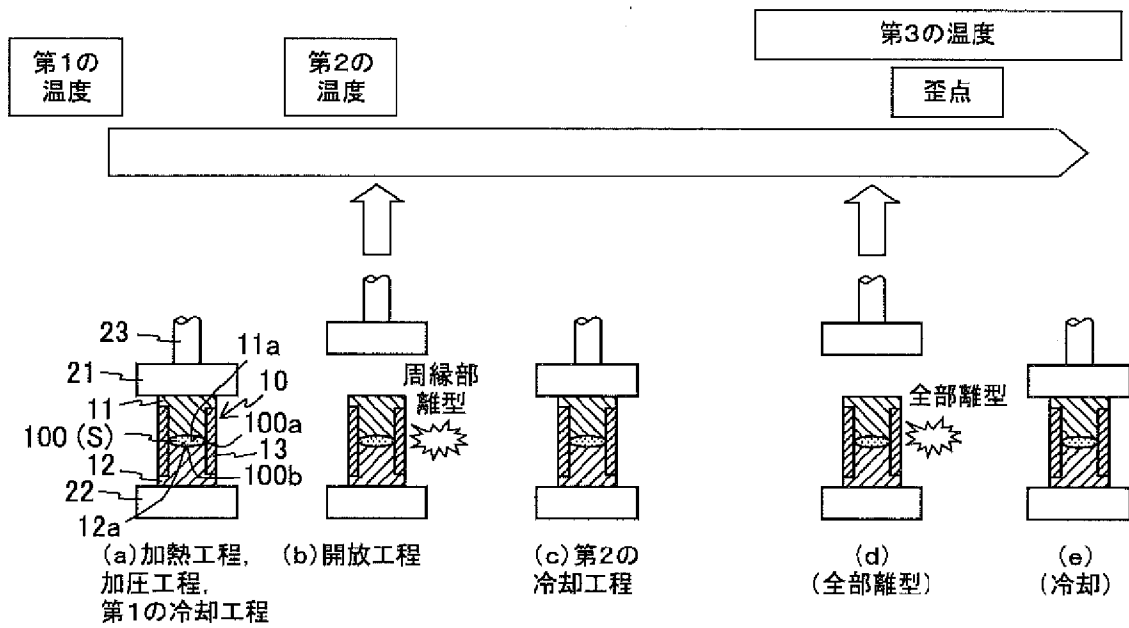
前記光学素材を前記第 2 の温度より低い第 3 の温度まで冷却する第 2 の冷却工程と、

を含むことを特徴とする光学素子の製造方法。

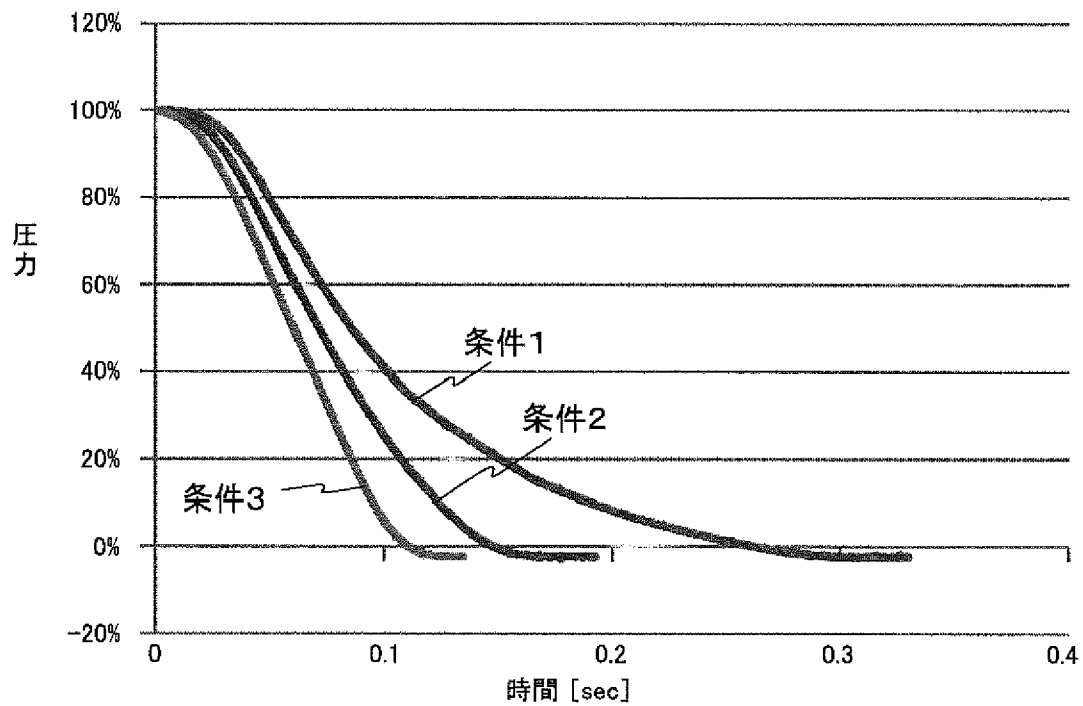
[請求項7]

前記開放工程において、前記光学素材の周縁部を前記第 1 の成形型及び前記第 2 の成形型から離型させずに前記所定の荷重を開放することを特徴とする請求項 6 記載の光学素子の製造方法。

[図1]



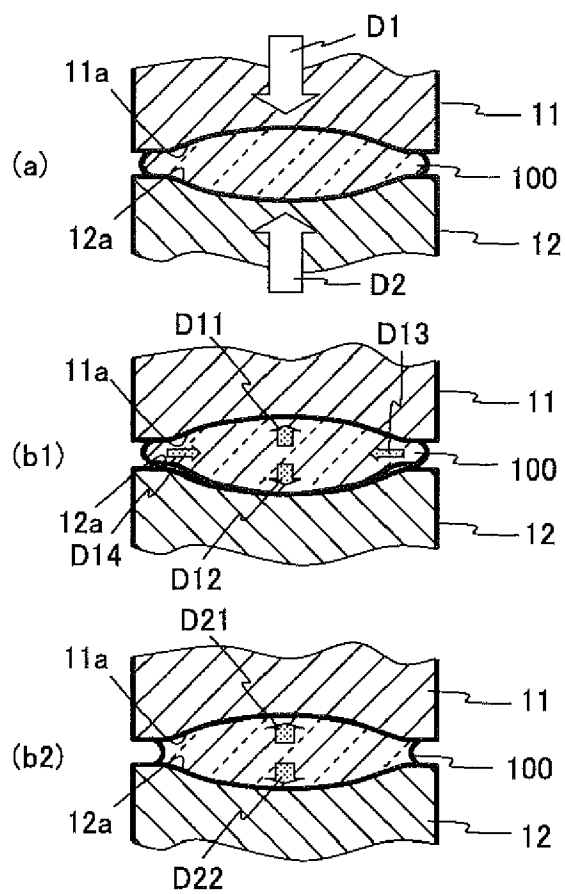
[図2]



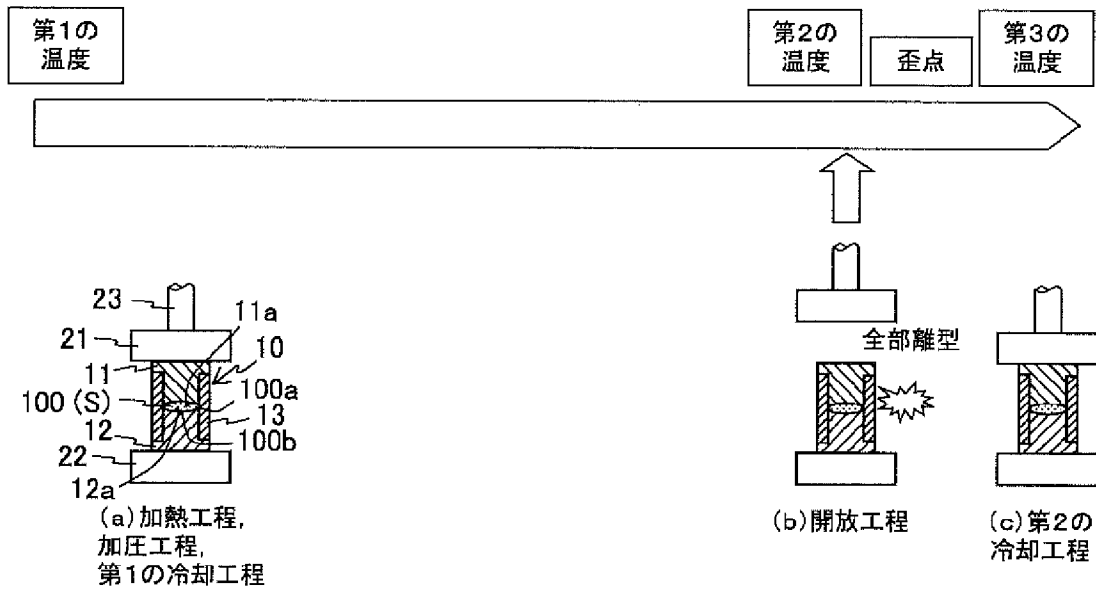
[図3]

条件	上昇開始から 0.2sec後の平均 軸上昇速度 [mm/sec]	加圧力開放時間 [sec]	離型成功率
条件1	15	0.28	0%
条件2	30	0.15	44%
条件3	90	0.11	100%

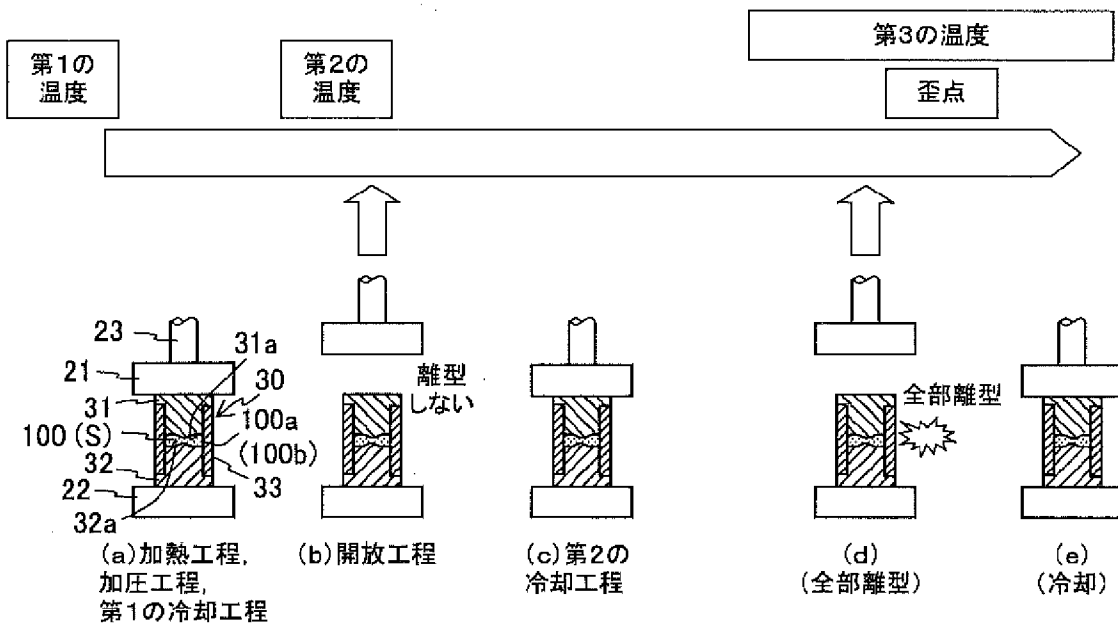
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/066143

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03B11/00(2006.01)i, B29C43/02(2006.01)i, C03B11/12(2006.01)i, G02B3/00(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C03B11/00-11/16, B29C43/02

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-23101 A (Konica Minolta Holdings, Inc.), 05 February 2009 (05.02.2009), claims; paragraph [0032] (Family: none)	1-7
A	JP 2006-96611 A (Hoya Corp.), 13 April 2006 (13.04.2006), claims; paragraphs [0004] to [0007] (Family: none)	1-7
A	JP 2011-256078 A (Olympus Corp.), 22 December 2011 (22.12.2011), claims (Family: none)	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 August 2015 (11.08.15)

Date of mailing of the international search report
18 August 2015 (18.08.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/066143

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 62-176930 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 03 August 1987 (03.08.1987), claims; page 3, upper left column, lines 4 to 6 (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C03B11/00(2006.01)i, B29C43/02(2006.01)i, C03B11/12(2006.01)i, G02B3/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C03B11/00-11/16, B29C43/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-23101 A（コニカミノルタホールディングス株式会社） 2009.02.05, 特許請求の範囲、[0032]（ファミリーなし）	1-7
A	JP 2006-96611 A（HOYA 株式会社）2006.04.13, 特許請求の範囲、 [0004] - [0007]（ファミリーなし）	1-7
A	JP 2011-256078 A（オリンパス株式会社）2011.12.22, 特許請求の範囲（ファミリーなし）	1-7

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 1 . 0 8 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 8 . 0 8 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

山崎 直也

4 T

3 2 3 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 5

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 62-176930 A (オリンパス光学工業株式会社) 1987. 08. 03, 特許請求の範囲、第 3 頁左上欄第 4 - 6 行 (ファミリーなし)	1-7