

(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
2020年1月2日(02.01.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/004141 A1

(51) 国際特許分類:

C03C 3/062 (2006.01) *C03C 19/00* (2006.01)
C03C 3/078 (2006.01) *G02B 27/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/024078

(22) 国際出願日: 2019年6月18日(18.06.2019)

(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 2018-120481 2018年6月26日(26.06.2018) JP

(71) 出願人: 日本電気硝子株式会社(NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐二丁目7番1号 Shiga (JP).

(72) 発明者: 虫明篤(MUSHIAKE Atsushi); 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐二丁目7番1号 日本電気硝子株式会社内 Shiga (JP). 村田隆(MURATA Takashi); 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐二丁目7番1号 日本電気硝子株式会社内 Shiga (JP). 鈴木良太(SUZUKI Ryota); 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐2丁目7番1号 日本電気硝子株式会社内 Shiga (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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.

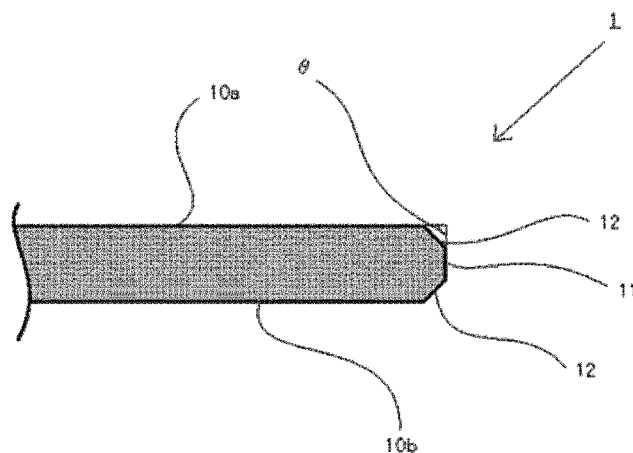
(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: PLATE GLASS

(54) 発明の名称: ガラス板



(57) Abstract: This plate glass is characterized by: having a refractive index n_d that falls within the range of 1.55 to 2.30, inclusive; the angle formed between the principal surface and the end face falling within the range of 85° to 90° , inclusive; and the surface roughness R_a of the end face not exceeding $1\ \mu\text{m}$.

(57) 要約: 本発明のガラス板は、屈折率 n_d が $1.55 \sim 2.30$ であり、主面と端面とのなす角度が $85 \sim 90^\circ$ であり、該端面の表面粗さ R_a が $1\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。



WO 2020/004141 A1

明 細 書

発明の名称： ガラス板

技術分野

[0001] 本発明は、ヘッドマウントディスプレイの導光板に好適なガラス板に関する。

背景技術

[0002] 近年、ヘッドマウントディスプレイとして、帽子型デバイスやメガネ型デバイスなどの種々の形態が開発されている。帽子型デバイスは、ユーザの視界を覆うと共に、仮想現実（VR）を体験するためのシステムとして利用される場合が多く、メガネ型デバイスは、ユーザの視界を遮断することなく、拡張現実（AR）を体験するためのシステムとして利用される場合が多い。

[0003] ヘッドマウントディスプレイでは、透過性を有する導光板を用いることがある。この場合、例えば、外部の景色などを見ながら導光板に表示される映像を見ることができる（シースルーデバイス）。また、例えば、ユーザの左右の瞳に対応する導光板に異なる映像を表示することで3D表示を実現したり、瞳の水晶体を利用して網膜に結合させることでユーザの網膜に直接映像を投射したりすることもできる。

[0004] 導光板を用いた映像の表示方法としては、コリメート光を導光板の端面から入射すると共に、その入射した光を導光板の内部で全反射させながら回折現象により外部に取り出し、ユーザの瞳に入射させるというものがある。

[0005] この際、導光板は、一方の主面に凹凸構造を有するガラス板を複数枚積層してなるガラス板積層体から構成される場合がある（例えば特許文献1及び2を参照）。ここで、ガラス板の凹凸構造は、例えば、回折現象を生じ易くさせるためのものであり、ガラス板の積層構造は、例えば、各ガラス板に異なる映像を表示することで、ユーザが視認する映像に奥行き感を持たせ、臨場感のある3D表示を実現し易いなどの利点を得るためのものである。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特表2018-506068号公報

特許文献2：中国特許出願公開第106324847号明細書

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0007] 導光板には、主にアクリル樹脂板が使われている。しかし、アクリル樹脂板は、屈折率 n_d （約1.49）が低いため、光学設計の自由度を高めることが困難である。また、アクリル樹脂板を用いた場合、全反射を生じさせる最小の入射角が大きくなるため、アクリル樹脂板の内部において、光が全反射を繰り返しながら伝搬し難くなる。

[0008] 本発明は、上記事情に鑑み成されたものであり、その技術的課題は、ヘッドマウントディスプレイの導光板等において、光学設計の自由度を高めることである。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明者等は、鋭意検討の結果、所定の形状を有する高屈折率のガラス板を導光板に用いると、上記技術的課題を解決し得ることを見出し、本発明として提案するものである。すなわち、本発明のガラス板は、屈折率 n_d が1.55～2.30であり、主面と端面とのなす角度が85～90°であり、該端面の表面粗さ R_a が1 μm 以下であることを特徴とする。ここで、「屈折率 n_d 」は、屈折率測定器（例えば、島津製作所社製の屈折率測定器KPR-2000）を用いて測定した値を指す。「主面と端面とのなす角度」は、板厚方向に相対する二つの主面で角度が異なるが、本発明では、小さい方の角度を指す（主面と傾斜面とのなす角度でも同様）。「表面粗さ R_a 」は、小坂研究所製Surfcoorder ET-4000AKを用いて、JIS B-0601（1994）に従って測定した値を指す。

[0010] 本発明のガラス板は、屈折率 n_d が1.55～2.30である。このようにすれば、ヘッドマウントディスプレイの導光板等に用いた時に、光の全反

射が生じ易くなり、光学設計の自由度を高めることができる。

[0011] また、本発明のガラス板は、主面と端面とのなす角度が $85 \sim 90^\circ$ である。このようにすれば、ガラス板の側面側（端面側）に光学系を設けた場合に、ガラス板の内部に光を入射させ易くなる。

[0012] 更に、本発明のガラス板は、端面の表面粗さ R_a が $1 \mu m$ 以下である。このようにすれば、ガラス板の側面側（端面側）に光学系を設けた場合に、端面で光が散乱し難くなる。更に端面に衝撃を受けた際に破損や欠けが生じ難くなる。

[0013] また、本発明のガラス板は、端面と主面の間の領域の少なくとも一部に傾斜面を有することが好ましく、複数の傾斜面を有することが更に好ましい。このようにすれば、端面に衝撃を受けた際に破損や欠けが生じ難くなる。

[0014] また、本発明のガラス板は、少なくとも一方の主面の表面粗さ R_a が $100 nm$ 以下であることが好ましい。このようにすれば、ガラス板の内部で光が全反射し易くなる。

[0015] また、本発明のガラス板は、ガラス組成として、質量%で、 SiO_2 $10 \sim 60\%$ 、 BaO $1 \sim 40\%$ 、 $TiO_2 + La_2O_3$ $0.5 \sim 40\%$ を含有し、且つ液相粘度が $10^{3.0} Pa \cdot s$ 以上であることが好ましい。ここで、「 $TiO_2 + La_2O_3$ 」は、 TiO_2 と La_2O_3 の含量を指す。「液相粘度」は、液相温度におけるガラスの粘度を白金球引き上げ法で測定した値を指す。

[0016] また、本発明のガラス板は、一方の主面上に凹凸構造が形成されていることが好ましい。このようにすれば、ガラス板の内部を導光した光が外部へ出射し易くなる。結果として、ヘッドマウントディスプレイの映像が鮮明になる。

[0017] また、本発明のガラス板は、ヘッドマウントディスプレイの導光板に用いることが好ましい。

[0018] 図1は、本発明のガラス板の一例を説明するための断面概念図である。ガラス板1は、板厚方向に相対する二つの主面10a、10b（おもて面と裏

面)と、端面11を有しており、主面10aと端面11とのなす角度 θ は 90° になっている(主面10bと端面11とのなす角度も 90° になっている)。そして、主面10a、10bと端面11の間には、それぞれ傾斜面12が形成されており、主面10a、10bと傾斜面12とのなす角度はそれぞれ 45° である。なお、図1では、主面10a、10bと傾斜面12は直接連結されているが、ガラス板1の強度を高めるために、例えば、主面10aと傾斜面12の間に丸みを帯びた面取り面を設けてもよい。図2は、本発明のガラス板1の一例を説明するための断面概念図であり、図1との相違は、主面10aと端面11との間に二つの傾斜面121、122が形成されており、主面10bと端面11との間には傾斜面が形成されていないことである。そして、主面10aと傾斜面121とのなす角度は 30° 、主面10aと傾斜面122とのなす角度は 70° である。なお、図2では、主面10bと端面11は直接連結されているが、ガラス板1の強度を高めるために、例えば、主面10bと端面11に丸みを帯びた面取り面を設けてもよい。

[0019] 図3は、ガラス板の内部で光が進む方向を説明するための断面概略図である。図3(a)～(c)は、端面に光を直接照射した時に、ガラス板の内部で光が進む方向を示している。図3(a)～(c)において、光は、ガラス板の内部で全反射を起こしながら伝搬していく。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明のガラス板の一例を説明するための断面概略図である。

[図2]本発明のガラス板の一例を説明するための断面概略図である。

[図3]ガラス板の内部で光が進む方向を説明するための断面概略図である。

発明を実施するための形態

[0021] 本発明のガラス板において、屈折率 n_d は1.55以上であり、好ましくは1.58以上、1.60以上、1.63以上、1.65以上、1.68以上、特に1.70以上である。屈折率 n_d が低過ぎると、ガラス板の内部で光の全反射が生じ難くなると共に、光学設計の自由度が低下し易くなる。一方、屈折率 n_d が高過ぎる場合、ガラス骨格が不安定になり易く、その場合

、板状に成形し難くなるため、ガラス板の生産効率が低下し易くなる。よって、屈折率 n_d は2.30以下であり、好ましくは2.00以下、1.90以下、1.85以下、特に1.80以下である。

[0022] 本発明のガラス板において、主面と端面とのなす角度は85～90°であり、好ましくは87～90°、89～90°である。主面と端面とのなす角度が上記範囲外になると、ガラス板の側面側（端面側）に光学系を設けた場合に、ガラス板の内部に光を入射させ難くなる。

[0023] 端面の表面粗さ R_a は1 μm 以下であり、好ましくは500nm以下、100nm以下、10nm以下、2nm以下、特に1nm以下である。端面の表面粗さ R_a が大き過ぎると、ガラス板の側面側（端面側）に光学系を設けた場合に、端面で光が散乱し易くなる。更に端面に衝撃を受けた際に破損や欠けが生じ易くなる。

[0024] 本発明のガラス板は、強度を高めるために、端面と主面の間の領域の少なくとも一部に傾斜面を有することが好ましく、複数の傾斜面（特に2つの傾斜面）を有することが好ましい。そして、複数の傾斜面を有する場合、複数の傾斜面は、隣接して連続的に形成されていてもよく、また離間した状態（例えば、一方の主面と端面の間に傾斜面が形成されており、且つ他方の主面と端面の間に傾斜面が形成されている状態）で形成されていてもよいが、強度面を考慮すれば、後者の方が好ましい。

[0025] 主面と傾斜面とのなす角度は、好ましくは5～85°、20～70°、特に30～60°である。主面と傾斜面とのなす角度が上記範囲外になると、ガラス板に衝撃を受けた際に破損や欠けが生じ易くなる。

[0026] 傾斜面の表面粗さ R_a は、好ましくは500nm以下、100nm以下、10nm以下、2nm以下、特に1nm以下である。傾斜面の表面粗さ R_a が大き過ぎると、ガラス板に衝撃を受けた際に破損や欠けが生じ易くなる。

[0027] 主面と端面の間に傾斜面を形成する方法としては、種々の方法を採用することができる。例えば、研削、研磨により傾斜面を形成する方法、レーザー加工により傾斜面を形成する方法、熱間プレスにより傾斜面を形成する方法

を採択することができる。

[0028] 本発明のガラス板において、少なくとも一方の主面（好ましくは両方の主面）の表面粗さ R_a は、 100 nm 以下、 10 nm 以下、 2 nm 以下、 1 nm 、特に 0.5 nm 以下が好ましい。主面の表面粗さ R_a が大き過ぎると、ガラス板の内部で光が全反射し難くなる。

[0029] ガラス板は、ガラス組成として、質量%で、 SiO_2 $10\sim60\%$ 、 BaO $1\sim40\%$ 、 $\text{TiO}_2+\text{La}_2\text{O}_3$ $0.5\sim40\%$ を含有することが好ましい。このようにガラス組成を規定した理由を下記に示す。なお、各成分の含有範囲の説明において、%は質量%を意味する。

[0030] SiO_2 の含有量は $10\sim60\%$ が好ましい。 SiO_2 の含有量が少なくなると、ガラス網目構造を形成し難くなり、ガラス化が困難になる。また高温粘性が低下し過ぎて、高い液相粘度を確保し難くなる。よって、 SiO_2 の含有量は、好ましくは 15% 以上、 20% 以上、 25% 以上、 30% 以上であり、特に好ましくは 35% 以上である。一方、 SiO_2 の含有量が多くなると、熔融性や成形性が低下し易くなり、また屈折率が低下し易くなる。よって、 SiO_2 の含有量は、好ましくは 55% 以下、 51% 以下、 48% 以下、 45% 以下であり、特に好ましくは 42% 以下である。

[0031] BaO は、アルカリ土類金属酸化物の中では、高温粘性を極端に低下させずに、屈折率を高める成分である。 BaO の含有量は $1\sim40\%$ が好ましい。 BaO の含有量が多くなると、液相粘度が低くなり易く、また屈折率、密度、熱膨張係数が高くなり易い。よって、 BaO の含有量は、好ましくは 35% 以下、 32% 以下、 30% 以下であり、特に好ましくは 28% 以下である。一方、 BaO の含有量が少なくなると、所望の屈折率を得難くなる上、高い液相粘度を確保し難くなる。よって、 BaO の含有量は、好ましくは 5% 以上、 10% 以上、 12% 以上、 15% 以上、 17% 以上、 20% 以上、 23% 以上であり、特に好ましくは 25% 以上である。

[0032] TiO_2 と La_2O_3 は、屈折率を有効に高める成分である。よって、 TiO_2 と La_2O_3 の含量は、好ましくは 0.5% 以上、 1% 以上、 3% 以上、 5%

以上、8%以上、11%以上、15%以上であり、特に好ましくは17%以上である。一方、 TiO_2 と La_2O_3 の含量が多くなると、耐失透性が低下し易くなる。よって、 TiO_2 と La_2O_3 の含量は、好ましくは40%以下、30%以下、25%以下であり、特に好ましくは22%以下である。

[0033] TiO_2 は、希土類酸化物等の重金属酸化物を除く、一般的な酸化物の中では、屈折率を最も高める成分である。しかし、 TiO_2 の含有量が多くなると、ガラスが着色したり、耐失透性が低下し易くなったりする。よって、 TiO_2 の含有量は、好ましくは0~35%、0.1~30%、0.1~15%、1~12%、2~11%、3~10%であり、特に好ましくは4~9%である。なお、耐失透性の向上よりも屈折率の上昇を優先する場合、 TiO_2 の含有量は、好ましくは7~35%、15~32%であり、特に好ましくは20~30%である。

[0034] La_2O_3 は、屈折率を有効に高める成分である。しかし、 La_2O_3 の含有量が多くなると、液相温度が低下し易くなる。よって、 La_2O_3 の含有量は、好ましくは0~15%、0~13%、5~12%であり、特に好ましくは7~11%である。

[0035] 上記成分以外にも、任意成分として、例えば以下の成分を添加することができる。

[0036] Al_2O_3 の含有量は0~8%が好ましい。 Al_2O_3 の含有量が多くなると、成形時に失透結晶が析出し易くなって、液相粘度が低下し易くなり、また屈折率が低下し易くなる。よって、 Al_2O_3 の含有量は、好ましくは8%以下、7%以下であり、特に好ましくは6%以下である。一方、 Al_2O_3 の含有量が少なくなると、ガラス組成のバランスが崩れて、逆にガラスが失透し易くなる。よって、 Al_2O_3 の含有量は、好ましくは0.1%以上、0.5%以上、1%以上、3%以上であり、特に好ましくは5%以上である。

[0037] B_2O_3 の含有量は0~15%が好ましい。 B_2O_3 の含有量が多くなると、屈折率やヤング率が低下し易くなる。よって、 B_2O_3 の含有量は、好ましくは9%以下、8%以下であり、特に好ましくは7%以下である。一方、 B_2O

B_2O_3 の含有量が少なくなると、液相温度が低下し易くなる。よって、 B_2O_3 の含有量は、好ましくは1%以上、3%以上であり、特に好ましくは5%以上である。

[0038] MgOの含有量は0~12%が好ましい。MgOは、ヤング率を高める成分であると共に、高温粘度を低下させる成分であるが、MgOを多量に含有させると、屈折率が低下し易くなったり、液相温度が上昇して、耐失透性が低下したり、密度や熱膨張係数が高くなり過ぎる。よって、MgOの含有量は、好ましくは10%以下、5%以下、3%以下、2%以下、1.5%以下、1%以下であり、特に好ましくは0.5%以下である。

[0039] CaOの含有量は0~15%が好ましい。CaOの含有量が多くなると、密度、熱膨張係数が高くなり易く、その含有量が多過ぎると、ガラス組成のバランスが崩れて、耐失透性が低下し易くなる。よって、CaOの含有量は、好ましくは13%以下、10%以下、8%以下であり、特に好ましくは7%以下である。一方、CaOの含有量が少なくなると、熔融性が低下したり、ヤング率が低下したり、屈折率が低下し易くなる。よって、CaOの含有量は、好ましくは0.5%以上、1%以上、3%以上、4%以上であり、特に好ましくは5%以上である。

[0040] SrOの含有量は0~15%が好ましい。SrOの含有量が多くなると、屈折率、密度、熱膨張係数が高くなり易く、その含有量が多過ぎると、ガラス組成のバランスが崩れて、耐失透性が低下し易くなる。よって、SrOの含有量は、好ましくは13%以下、12%以下であり、特に好ましくは11%以下である。一方、SrOの含有量が少なくなると、熔融性が低下し易くなり、また屈折率が低下し易くなる。よって、SrOの含有量は、好ましくは1%以上、3%以上、5%以上、7%以上であり、特に好ましくは10%以上である。

[0041] ZnOの含有量は0~15%が好ましい。しかし、ZnOの含有量が多くなると、密度、熱膨張係数が高くなり、その含有量が過剰になると、ガラス組成の成分バランスが崩れて、高い液相粘度を確保し難くなる。よって、Z

n Oの含有量は、好ましくは15%以下、12%以下、10%以下、8%以下、6%以下であり、特に好ましくは4%以下である。一方、ZnOの含有量が少なくなると、高い液相粘度を確保し難くなる。よって、ZnOの含有量は、好ましくは0.1%以上、0.5%以上、1%超、1.5%以上、2%以上、2.5%以上であり、特に好ましくは3%以上である。

[0042] ZrO₂は、屈折率を高める成分であるが、その含有量が多くなると、液相温度が低下し易くなる。よって、ZrO₂の含有量は、好ましくは0~10%、0.1~7%、0.5~6%であり、特に好ましくは1~5.5%である。

[0043] Nb₂O₅は、屈折率を高める成分であるが、その含有量が多くなると、原料コストが上昇し易くなる。よって、Nb₂O₅の含有量は、好ましくは0~30%、1~25%、5~23%、10~22%であり、特に好ましくは15~21%である。

[0044] Li₂O、Na₂O及びK₂Oは、高温粘性を低下させる成分であり、また熱膨張係数を上昇させる成分であるが、これらの成分を多量に導入すると、高温粘性が低下し過ぎて、高い液相粘度を確保し難くなる。よって、Li₂O、Na₂O及びK₂Oの含量は、好ましくは15%以下、10%以下、5%以下、2%以下、1%以下、0.5%以下であり、特に好ましくは0.1%以下である。また、Li₂O、Na₂O及びK₂Oのそれぞれの含有量は、好ましくは10%以下、8%以下、5%以下、2%以下、1%以下、0.5%以下であり、特に好ましくは0.1%以下である。

[0045] 液相粘度の向上よりも高温粘性の低下を優先する場合、Li₂O、Na₂O及びK₂Oの含量は、好ましくは0.1~25%、5~23%、10~20%、特に12~18%である。また、Li₂Oの含有量は、好ましくは10%以下、8%以下、5%以下、2%以下、1%以下、0.5%以下であり、特に好ましくは0.1%以下である。Na₂Oの含有量は、好ましくは1~22%、3~20%、5~15%であり、特に好ましくは8~12%である。K₂Oの含有量は、好ましくは0.1~10%、1~9%、2~8%であり、特に好ましくは3~7%である。

- [0046] 清澄剤として、 As_2O_3 、 Sb_2O_3 、 CeO_2 、 SnO_2 、F、Cl、 SO_3 の群から選択された一種又は二種以上を0～1%の範囲で添加することができる。但し、 As_2O_3 、 Sb_2O_3 及びFは、環境的観点から、その使用を極力控えることが好ましく、それぞれの含有量は0.1%未満が好ましい。 CeO_2 の含有量は、好ましくは0～1%、0.01～0.5%であり、特に好ましくは0.05～0.4%である。また、 SnO_2 の含有量は、好ましくは0～1%、0.01～0.5%であり、特に好ましくは0.05～0.4%である。また、 SnO_2 、 SO_3 及びClの含量は、好ましくは0～1%、0.001～1%、0.01～0.5%であり、特に好ましくは0.05～0.3%である。
- [0047] PbO は、高温粘性を低下させる成分であるが、環境的観点から、その使用を極力控えることが好ましい。 PbO の含有量は、好ましくは0.5%以下であり、特に好ましくは0.1%未満である。
- [0048] Bi_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Ta_2O_5 及び WO_3 は、屈折率を高める成分であるが、高価であり、大量入手が困難であるため、使用を極力控えることが望ましい。これら各成分の含有量は、好ましくは1%以下、特に好ましくは0.5%以下である。
- [0049] Fe_2O_3 と Cr_2O_3 は、原料不純物として混入する成分であるが、これらの成分が多くなると、ガラス板の内部の透過率が低下し易くなる。よって、 Fe_2O_3 の含有量は、好ましくは500ppm(0.05%)以下、200ppm以下、100ppm以下、50ppm以下であり、特に好ましくは30ppm以下である。 Cr_2O_3 の含有量は、好ましくは5ppm(0.0005%)以下、3ppm以下、2ppm以下、1ppm以下であり、特に好ましくは0.5ppm以下である。なお、高純度のガラス原料を使用すると、 Fe_2O_3 と Cr_2O_3 の含有量を低減することができる。
- [0050] 本発明のガラス板は、以下の特性を有することが好ましい。
- [0051] 密度は、好ましくは 5.0 g/cm^3 以下、 4.8 g/cm^3 以下、 4.5 g/cm^3 以下、 4.3 g/cm^3 以下、 3.7 g/cm^3 以下、特に 3.5 g/cm^3

／ cm^3 以下である。このようにすれば、デバイスを軽量化することができる。なお、「密度」は、周知のアルキメデス法で測定可能である。

[0052] 熱膨張係数は、好ましくは $30 \times 10^{-7} \sim 100 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 、 $40 \times 10^{-7} \sim 90 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 、 $60 \times 10^{-7} \sim 85 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 、特に $65 \times 10^{-7} \sim 80 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ である。熱膨張係数が上記範囲外になると、ガラス板の表面に反射膜等の機能膜を形成した場合に、ガラス板が反り易くなる。なお、「熱膨張係数」は、ディラトメーターで測定した値であり、 $30 \sim 380^\circ\text{C}$ の温度範囲における平均値を指す。

[0053] 歪点は、好ましくは 500°C 以上、 550°C 以上、 600°C 以上、 620°C 以上、特に 640°C 以上である。歪点が低過ぎると、デバイスの製造工程における高温の熱処理により、ガラス板が熱収縮し易くなる。なお、「歪点」は、ASTM C336の方法に基づいて測定した値を指す。

[0054] 高温粘度 $10^{2.5} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ における温度は、好ましくは 1400°C 以下、 1300°C 以下、 1200°C 以下、特に 1100°C 以下である。このようにすれば、熔融性が低下して、ガラス板の生産効率が低下する。なお、「高温粘度 $10^{2.5} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ における温度」は、白金球引き上げ法で測定した値を指す。

[0055] 液相温度は、好ましくは 1200°C 以下、 1150°C 以下、 1130°C 以下、 1100°C 以下、 1050°C 以下、 1030°C 以下、 1000°C 以下、 980°C 以下、特に 950°C 以下である。また、液相粘度は、好ましくは $10^{3.0} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上、 $10^{3.5} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上、 $10^{4.0} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上、 $10^{4.5} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上、 $10^{4.8} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上、 $10^{5.0} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上、 $10^{5.2} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上、特に $10^{5.3} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上である。このようにすれば、成形時にガラスが失透し難くなるため、フロート法、オーバーフローダウンドロー法等でガラス板を成形し易くなる。ここで、「液相温度」は、標準篩30メッシュ（ $500 \mu\text{m}$ ）を通過し、50メッシュ（ $300 \mu\text{m}$ ）に残るガラス粉末を白金ボートに入れ、温度勾配炉中に24時間保持して、結晶の析出する温度を測定した値を指す。

- [0056] 光路長 10 mm、波長 550 nm における内部透過率は、好ましくは 80 % 以上、85 % 以上、90 % 以上、特に 95 % 以上である。内部透過率が低過ぎると、ガラス板の内部で光の損失が大きくなる。
- [0057] 本発明のガラス板において、板厚は、好ましくは 3 mm 以下、2 mm 以下、特に 1 mm 以下が好ましく、また 0.01 mm 以上、0.03 mm 以上、特に 0.05 mm 以上が好ましい。ガラス板の板厚が大き過ぎると、ガラス板の質量が大きくなるため、ヘッドマウントディスプレイの導光板等に適用し難くなる。一方、ガラス板の板厚が小さ過ぎると、デバイスを組み立てる際にハンドリングが困難になる。
- [0058] 本発明のガラス板は、オーバーフローダウンドロー法、スロットダウン法、リドロ法、フロート法、ロールアウト法で成形されてなることが好ましく、特にオーバーフローダウンドロー法で成形されてなることが好ましい。このようにすれば、ガラス板の主面の表面平滑性を高めることができる。
- [0059] 本発明のガラス板は、一方の主面上に凹凸構造が形成されていることが好ましい。このようにすれば、ガラス板の内部を伝搬した光が外部へ出射し易くなる。結果として、ヘッドマウントディスプレイの映像が鮮明になる。凹凸構造としては、例えば、周期構造を形成し、回折現象により光を外部へ取り出す構造が好ましい。凹凸構造の形成方法としては、例えば、フォトリソグラフィ法、マスクを用いたスパッタ法、均一な膜形成後にレーザーを用いて局所的にエッチングする方法、金型を用いたインプリント法等の方法を採用することができる。
- [0060] 本発明のガラス板を複数枚積層させて、積層体とすることが好ましい。このようにすれば、表示画像の奥行き方向に異なる映像を投影することが可能になり、3D 表示を実現し易くなる。積層方法としては、赤色表示、緑色表示、青色表示のそれぞれに対応したガラス板を積層することが好ましい。積層枚数は、例えば 3 枚以上、5 枚以上、特に 10 枚以上である。

実施例

- [0061] 以下、実施例に基づいて、本発明を詳細に説明する。但し、以下の実施例

は、単なる例示である。本発明は、以下の実施例に何ら限定されない。

[0062] 表1は、試料No. 1～10を示している。なお、表中の「N. A.」は、未測定を意味する。

[0063] [表1]

(質量%)	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10
SiO ₂	39.9	40.9	32.4	32.4	30.3	30.0	28.5	29.7	29.4	29.4
Al ₂ O ₃	5.1	5.0	2.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
B ₂ O ₃	5.1	5.0	7.4	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	10.1	9.0	10.5	10.7	10.8
K ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	5.0	5.0	5.0	4.9	5.2
MgO	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CaO	3.0	3.0	2.9	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SrO	11.2	11.2	6.9	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	26.9	25.2	27.2	27.0	8.6	8.6	8.9	7.4	9.0	7.4
ZnO	3.1	3.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO ₂	3.6	4.6	6.7	9.7	24.4	25.4	28.9	26.3	25.5	25.9
ZrO ₂	2.0	2.0	2.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
La ₂ O ₃	0.0	0.0	10.3	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	20.2	20.0	18.5	20.1	19.4	20.5
Sb ₂ O ₃	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SnO ₂	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CeO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.0	0.1
Cl	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO ₂ + La ₂ O ₃	3.6	4.6	17.0	19.1	24.4	25.4	28.9	26.3	25.5	25.9
密度(g/cm ³)	3.408	3.375	3.680	3.627	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
α ($\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)	72.0	70.7	77.2	79.6	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
歪点($^{\circ}\text{C}$)	633	641	642	640	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
徐冷点($^{\circ}\text{C}$)	672	679	676	673	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
軟化点($^{\circ}\text{C}$)	813	824	799	790	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
10 ^{4.0} dPa·s($^{\circ}\text{C}$)	1009	1019	959	936	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
10 ^{3.0} dPa·s($^{\circ}\text{C}$)	1110	1119	1036	1005	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
10 ^{2.5} dPa·s($^{\circ}\text{C}$)	1174	1186	1087	1051	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
10 ^{2.0} dPa·s($^{\circ}\text{C}$)	1271	1271	1150	1109	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
液相温度($^{\circ}\text{C}$)	947	930	892	921	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
液相粘度(dPa·s)	4.9	5.3	5.2	4.3	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
nd	1.792	1.798	1.808	1.802	1.792	1.798	1.808	1.802	1.807	1.800

[0064] 次のようにして、表中の各試料を作製した。まず表中のガラス組成となるように、ガラス原料を調合し、白金ポットを用いて1400℃で24時間溶融した。次に、得られた溶融ガラスをカーボン板の上に流し出し、平板形状に成形した。得られたガラス板について、表中の特性を評価した。

[0065] 密度は、周知のアルキメデス法によって測定した値である。

[0066] 熱膨張係数 α は、ディラトメーターで測定した値であり、30～380℃の温度範囲における平均値である。

- [0067] 歪点、徐冷点は、ASTM C336の方法に基づいて測定した値である。軟化点は、ASTM C338の方法に基づいて測定した値である。高温粘度 $10^{4.0} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 、 $10^{3.0} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 、 $10^{2.5} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 及び $10^{2.0} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ における温度は、白金球引き上げ法で測定した値である。
- [0068] 液相温度は、標準篩30メッシュ ($500 \mu\text{m}$) を通過し、50メッシュ ($300 \mu\text{m}$) に残るガラス粉末を白金ボートに入れ、温度勾配炉中に24時間保持して、結晶の析出する温度を測定した値である。また、液相粘度は、液相温度におけるガラスの粘度を白金球引き上げ法で測定した値である。
- [0069] 屈折率 n_d は、 $25 \text{ mm} \times 25 \text{ mm} \times \text{約} 3 \text{ mm}$ の直方体試料を作製した後、(徐冷点 + 30°C) から (歪点 - 50°C) までの温度域を $0.1^\circ\text{C}/\text{分}$ になるような冷却速度でアニール処理し、続いて屈折率 n_d が整合する浸液をガラス間に浸透させながら、島津製作所社製の屈折率測定器 KPR-2000 を用いて測定した値である。
- [0070] 続いて、表1の試料No. 4のガラス組成になるようにガラス原料を調合し、得られたガラスバッチを連続溶融炉で溶融した後、オーバーフローダウンドロー法で板厚 1 mm の板状に成形し、主面の表面粗さ R_a が 0.2 nm となるガラス板をそれぞれ得た。得られたガラス板の端面について、ガラス板の主面と端面とのなす角が 89° 、且つ端面の表面粗さ R_a が 5 nm になるように、砥石により研磨加工した。更に、一方の主面と端面の間に、更に表面粗さ R_a が 2 nm になる傾斜面を形成した。なお、他方の主面と端面とがなす角度は 35° であった。
- [0071] 続いて、ガラス板の一方の主面上に、フォトリソグラフィ法により、 SiO_2 からなる周期的な凹凸構造を形成すると共に、凹凸構造の隙間を樹脂で充填した。得られたガラス板を7枚積層して積層体を得た。更に、表1の試料No. 1についても、同様の方法により、積層体を得た。
- [0072] 続いて、表1の試料No. 2のガラス組成になるようにガラス原料を調合し、得られたガラスバッチを連続溶融炉で溶融した後、オーバーフローダウンドロー法で板厚 0.5 mm の板状に成形し、主面の表面粗さ R_a が 0.2

n mとなるガラス板をそれぞれ得た。得られたガラス板の端面について、ガラス板の主面と端面とのなす角が 89° 、且つ端面の表面粗さR aが0.5 nmになるように、レーザー加工した。更に、双方の主面と端面の間に、表面粗さR aが0.5 nmになる傾斜面を形成した。なお、一方の主面と端面とがなす角度は 45° であり、且つ他方の主面と端面とがなす角度は 45° であった。

[0073] 続いて、ガラス板の一方の主面上に、マスクを用いたスパッタ法により、 SiO_2 からなる周期的な凹凸構造を形成すると共に、凹凸構造の隙間を樹脂で充填した。得られたガラス板を10枚積層して積層体を得た。更に、表1の試料No. 3についても、同様の方法により、積層体を得た。

[0074] このようにして得られた積層体は、各ガラス板の端面に光を照射した場合に、入射した光を各ガラス板の内部に伝搬することができる。よって、ヘッドマウントディスプレイの導光板として好適に使用することができる。

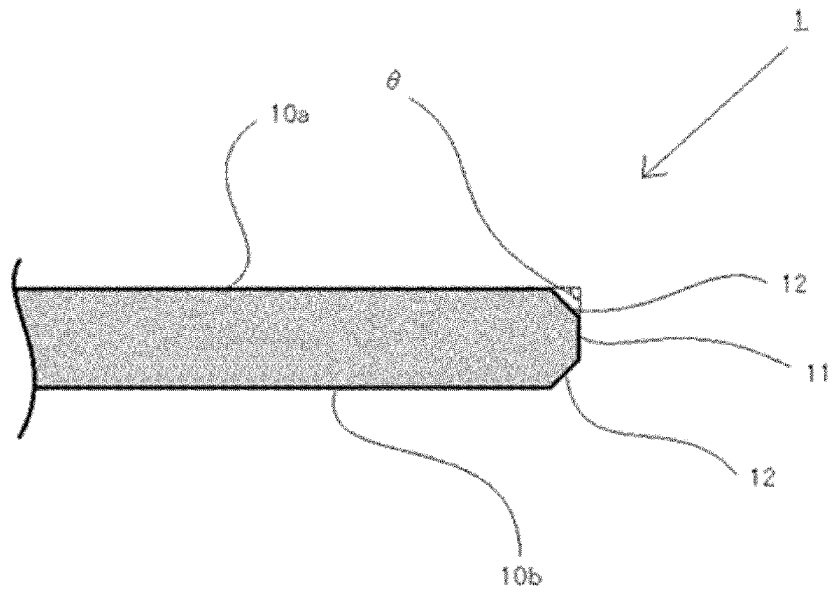
符号の説明

- [0075] 1 ガラス板
10a、10b 主面
11 端面
12、121、122 傾斜面

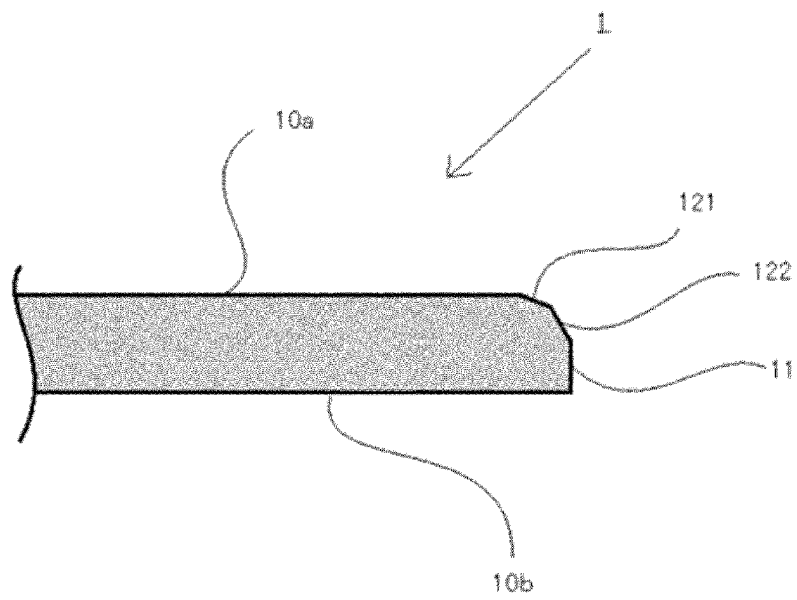
請求の範囲

- [請求項1] 屈折率 n_d が $1.55 \sim 2.30$ であり、
主面と端面とのなす角度が $85 \sim 90^\circ$ であり、
該端面の表面粗さ R_a が $1 \mu m$ 以下であることを特徴とするガラス板。
- [請求項2] 端面と主面の間の領域の少なくとも一部に傾斜面を有することを特徴とする請求項1に記載のガラス板。
- [請求項3] 複数の傾斜面を有することを特徴とする請求項2に記載のガラス板。
- [請求項4] 少なくとも一方の主面の表面粗さ R_a が $100 nm$ 以下であることを特徴とする請求項1～3の何れかに記載のガラス板。
- [請求項5] ガラス組成として、質量%で、 SiO_2 $10 \sim 60\%$ 、 BaO $1 \sim 40\%$ 、 $TiO_2 + La_2O_3$ $0.5 \sim 40\%$ を含有することを特徴とする請求項1～4の何れかに記載の高屈折率ガラス。
- [請求項6] 一方の主面上に凹凸構造が形成されていることを特徴とする請求項1～5の何れかに記載のガラス板。
- [請求項7] ヘッドマウントディスプレイの導光板に用いることを特徴とする請求項1～6の何れかに記載のガラス板。

[図1]

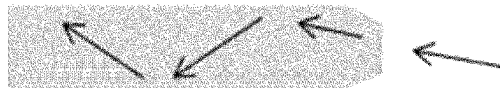


[図2]



[図3]

(a)



(b)



(c)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/024078

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. C03C3/062 (2006.01) i, C03C3/078 (2006.01) i, C03C19/00 (2006.01) i,
G02B27/02 (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)

Int.Cl. C03C3/062, C03C3/078, C03C19/00, G02B27/02

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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.
X Y	WO 2017/018375 A1 (NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.) 02 February 2017, paragraphs [0025]-[0030], [0056]-[0057], [0061], [0063], fig. 1 & JP 2017-32673 A & US 2018/0217317 A1, paragraphs [0025]-[0030], [0056]-[0057], [0061], [0063], fig. 1 & EP 3330754 A1 & CN 107850725 A & KR 10-2018-0033577 A	1, 4-7 2-3
Y	JP 2013-61593 A (SEIKO EPSON CORP.) 04 April 2013, paragraphs [0026], [0031]-[0032], fig. 2 & US 2013/0070344 A1, paragraphs [0039], [0044]-[0045], fig. 2 & CN 102998798 A	2-3

☐ 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

"I" 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

16 August 2019 (16.08.2019)

Date of mailing of the international search report

27 August 2019 (27.08.2019)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C03C3/062(2006.01)i, C03C3/078(2006.01)i, C03C19/00(2006.01)i, G02B27/02(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（IPC））

Int.Cl. C03C3/062, C03C3/078, C03C19/00, G02B27/02

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
X Y	WO 2017/018375 A1（日本電気硝子株式会社）2017.02.02, [0025]-[0030], [0056]-[0057], [0061], [0063], 図1 & JP 2017-32673 A & US 2018/0217317 A1, [0025]-[0030], [0056]-[0057], [0061], [0063], Fig. 1 & EP 3330754 A1 & CN 107850725 A & KR 10-2018-0033577 A	1, 4-7 2-3
Y	JP 2013-61593 A（セイコーエプソン株式会社）2013.04.04, 段落 [0026], [0031]-[0032], 図2 & US 2013/0070344 A1, [0039], [0044]-[0045], FIG. 2 & CN 102998798 A	2-3

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

16.08.2019

国際調査報告の発送日

27.08.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

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）

田中 永一

4 T

9539

電話番号 03-3581-1101 内線 3465