202330417

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本　(11)公開編號：TW 202330417 A

(43)公開日：中華民國 112 (2023) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：111145363　(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 11 月 28 日

(51)Int. Cl.：*C03C3/062 (2006.01)*　*C03C3/064 (2006.01)*
C03C3/068 (2006.01)　*C03C3/155 (2006.01)*
C03C4/00 (2006.01)

(30)優先權：2021/12/21　德國　10 2021 134 139.6
2022/01/26　德國　10 2022 101 785.0
2022/06/01　德國　10 2022 113 837.2

(71)申請人：德商首德公司 (德國) SCHOTT AG　(DE)
德國

(72)發明人：湯瑪斯　延斯烏爾里奇 THOMAS, JENS ULRICH (DE)；倫特斯　法蘭克　湯瑪斯 LENTES, FRANK-THOMAS (DE)；里特　西蒙娜莫尼卡 RITTER, SIMONE MONIKA (DE)；齊巴特　班尼迪克特 ZIEBARTH, BENEDIKT (DE)

(74)代理人：賴經臣；宿希成

申請實體審查：無　申請專利範圍項數：10 項　圖式數：1　共 34 頁

(54)名稱

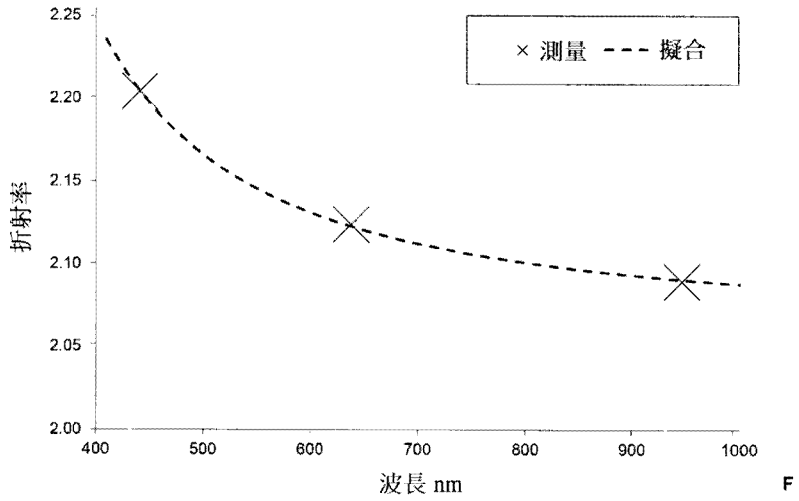
高折射率基板

(57)摘要

本發明係關於具有用於「擴增實境」及「混合實境」裝置之經最佳化光導性質的高折射率玻璃基板。

The present invention relates to high-index glass substrates having optimised light guiding properties for ”augmented reality” and “mixed reality” devices.

指定代表圖：


× 測量
擬合
折射率
2.25
2.20
2.15
2.10
2.05
2.00
400
500
600
700
800
900
1000
波長 nm
F

【圖1】

202337417
專利案號：111145363
202350417

【發明摘要】

【中文發明名稱】　高折射率基板

【英文發明名稱】　HIGH-INDEX SUBSTRATES

【中文】

本發明係關於具有用於「擴增實境」及「混合實境」裝置之經最佳化光導性質的高折射率玻璃基板。

【英文】

The present invention relates to high-index glass substrates having optimised light guiding properties for ”augmented reality” and “mixed reality” devices.

【指定代表圖】　圖1

【代表圖之符號簡單說明】　無

【發明說明書】

【中文發明名稱】　高折射率基板

【英文發明名稱】　HIGH-INDEX SUBSTRATES

【技術領域】

【0001】 本發明係關於具有用於「擴增實境」及「混合實境」裝置之經最佳化光導性質，特定而言在UV能帶邊緣與430 nm之間具有高透射率的高折射率玻璃基板。「擴增實境」或AR係指藉助AR眼鏡通過光學疊加擴增物件、特徵或資訊來擴增視覺感知的實境。在「混合實境」中，組合出將使用者的自然感知與人工(電腦生成的)感知混合的環境或系統。

【先前技術】

【0002】 作為所謂「近眼顯示器」的AR眼鏡係由至少一個影像耦合至其中、通過在玻璃/空氣界面處的全內反射傳輸、並通過光學光柵或半反射鏡面投射到眼睛瞳孔的(平面)薄導光板組成。

【發明內容】

【0003】 為了能夠使儘可能大的表觀視場成像，必須針對儘可能大的角度範圍滿足全內反射條件；全內反射的臨界角 $\alpha_{tot}=\arcsin\frac{1}{n}$ 必須儘可能地小。為此，折射率n必須儘可能地高。然而，增加折射率亦會導致損害透射性質，尤其係在藍色光譜範圍內。因此，本發明的其中一個目的係要平衡玻璃基板的這兩個因素，以實現由其生產之AR眼鏡的最佳整體性能。

【0004】 可由一或多個高折射率玻璃基板製成之導光板的用途係將具有最小可能擾動的光束從輸入孔徑引導至一或多個輸出孔徑。在下文中，吾人考慮減損亮度、對比度及色彩保真度的擾動。此與從約400 nm延伸至700 nm之人眼可見的VIS光譜範圍有關。在此，特定而言，從430 nm至480 nm的短波藍色範圍係一項技術挑戰，乃因在此，人類視網膜的靈敏度低，且習知微型顯示器(亦即微型LED、微型OLED及LCOS顯示器)的亮度低。

【0005】 較佳地，波長460 nm且層厚度d為1 cm的純透射率τ_i>0.9。吸收係數則為α<0.1/cm。較佳地，波長460 nm的吸收係數α為至多0.09/cm，至多0.08/cm，至多0.07/cm，至多0.06/cm，至多0.05/cm，至多0.04/cm或至多0.03/cm。波長460 nm的吸收係數α例如可為至少0.001/cm，至少0.005/cm，至少0.01/cm或至少0.02/cm。波長460 nm的吸收係數α可例如在0.001/cm至<0.1/cm，0.001/cm至0.09/cm，0.005/cm至0.08/cm，0.005/cm至0.07/cm，0.01/cm至0.06/cm，0.01/cm至0.05/cm，0.02/cm至0.04/cm或0.02/cm至0.03/cm的範圍內。波長460 nm且層厚度d為1 cm的純透射率τ_i可例如大於0.90，至少0.91，至少0.92，至少0.93，至少0.94，至少0.95，至少0.96或至少0.97。波長460 nm且層厚度d為1 cm的純透射率τ_i可例如為至多0.999，至多0.995，至多0.99或至多0.98。波長460 nm且層厚度d為1cm的純透射率τ_i可例如在>0.90至0.999，0.91至0.999，0.92至0.995，0.93至0.9995，0.94至0.99，0.95至0.99，0.96至0.98或0.97至0.98的範圍內。

【0006】 當提及「層厚度」時，此尤其係關於可於其上測量參數之試樣的厚度。層厚度與玻璃物件的實際厚度無關。玻璃物件的厚度不受限於此層厚度。反之，層厚度可用作為詳述純透射率值的參考厚度。

【0007】 術語「折射率(refractive index及refraction index)」在本揭示中同義地使用。折射率n_G係關於波長587 nm的折射率。本文中的「G」代表「綠色」。

【0008】 驚人地，在可見光譜範圍內的透射性質及玻璃的折射率n_G皆可藉助玻璃之UV能帶邊緣的位置λ_{max}來控制。此可藉由根據本發明

$$R = (n_G - 1)\left(\frac{\ln\left[\frac{\lambda_G{}^2 - \lambda_{min}^2}{\lambda_G^2 - \lambda_{max}^2} \cdot \frac{\lambda_{max}^2}{\lambda_{min}^2}\right]}{42\ln\left[\frac{\lambda_B^2 - \lambda_{min}^2}{\lambda_B^2 - \lambda_{max}^2} \cdot \frac{\lambda_R^2 - \lambda_{max}^2}{\lambda_R^2 - \lambda_{min}^2}\right]} + \frac{1}{2.8}\right)$$

的R數來表示。

【0009】 此處(對應於以下用途)選擇λ_R=656 nm，λ_G=587 nm及λ_B=486 nm。關於此處考慮的R範圍，經驗確定的波長λ_{min}幾乎係恆定的且可設為33 nm。

【0010】 較佳地，折射率係利用折射計，特定而言利用V形塊(V-block)折射計來測定。在此情況，特定而言，可使用具有正方形或近似正方形基底面積(例如尺寸為約20 mm × 20 mm × 5 mm)的試樣。在使用V形塊折射計的測量期間，通常將試樣放置在具有已知折射率的V形塊稜鏡中。入射光束的折射取決於試樣折射率與V形塊稜鏡折射率之間的差異，從而可確定試樣的折射率。測量較佳在22°C的溫度下進行。

【0011】 驚人地，只有在狹窄R範圍內的玻璃才展現最佳性質：對於大的R數，儘管可能的影像場顯著增加，但藍色光譜範圍內的透射受到影響，其導致經引導通過基板的影像整體變暗。此外，特定而言當使用經色度校正的輸入及輸出光學元件(例如通過元結構(meta-structure))時，影像邊緣處在橫向或縱向上發生顯著的顏色依賴性失真效果。對於小的R數，影像通過玻璃的透射更明亮且擾動更小，但表觀視場明顯變窄。此意謂對於觀看者而言，虛擬物件的影像區段明顯小於真實影像的視場。沉浸感受到表觀視場邊緣處虛擬物體之所謂「削波(clipping)」的影響。因此，R數在0.900至1.050、0.905至1.045、0.910至1.040、0.915至1.035、0.920至1.030、0.925至1.025、0.930至1.020、0.935至1.015、0.940至1.010、0.945至1.005、0.950至1.000、0.955至0.995、0.960至0.990、或>0.965至<0.985範圍內的玻璃驚人地有利。R數較佳為至少0.900，至少0.905，至少0.910，至少0.915，至少0.920，至少0.925，至少0.930，至少0.935，至少0.940，至少0.945，至少0.950，至少0.955，至少0.960，或特別較佳>0.965。R數較佳為至多1.050，至多1.045，至多1.040，至多1.035，至多1.030，至多1.025，至多1.020，至多1.015，至多1.010，至多1.005，至多1.000，至多0.995，至多0.990，或特別較佳<0.985。在>0.965至<0.985範圍內的R數係尤其最有利的。

【0012】 為了確定R數，必須確定UV能帶邊緣 λ_{max}。雖然可使用現有的測量儀器(例如Perkin-Elmer Lambda 900)在UV範圍內進行直接測量，但此基於兩個原因而在技術上要求很高。一方面，測量需在真空中進行，乃因否則UV輻射將會被空氣分子吸收。另一方面，玻璃在此波

長範圍內的吸收亦相當大，以致於玻璃試樣需研磨得相當薄，以便在透射率測量期間實際上達到有意義的信噪比。

【0013】 替代直接在真空UV(VUV)中(亦即在10 nm至200 nm的波長範圍內)測量光譜吸收的過程，此波長範圍可作為經由使用克拉莫-克尼關係式(Kramers-Kronig relations)內插的近似值。此係經由通過箱形輪廓(box profile)近似VUV吸收來進行。基於克拉莫-克尼關係式，可接著針對可見光譜範圍內的折射率建立以下關係：

$$n(\lambda) = c \cdot \ln\left[\frac{\lambda^2-\lambda_{min}^2}{\lambda^2-\lambda_{max}^2} \cdot \frac{\lambda_{max}^2}{\lambda_{min}^2}\right] + 1. \qquad \text{(公式1)}$$

【0014】 因此，以下確定能帶邊緣 λ_{max} 的方法係基於可見範圍中折射率的測量。

【0015】 若干方法可用於測量可見範圍中玻璃的折射率；最常見的一種方法係前述用於經濟測量高達5個有效小數位的V形塊方法。為進行更準確的測量，通常針對多個波長根據最小偏差原理使用測角儀；在此情況下，實現高達6個小數位的準確度。對於快速常規測量，可使用亞貝(Abbe)折射計或其他稜鏡耦合器(例如Metricon公司，型號2020)；可實現的準確度為4個小數位。在上述每種測量方法中，測量較佳在22°C的溫度下進行。

【0016】 首先，需要使用上述方法中之一者在400 nm至1000 nm之光譜範圍內的至少三個波長 λ_1、λ_2、λ_3 下測定折射率。參數 λ_{max} 及 c 可經由調適/擬合至公式1來自其以經確定的方式確定。此係通過最小平方法來進行，亦即在波長 λ_i 下測量折射率 n_i，

使 $\sum_i (n_i - n(\lambda_i))^2 \to 0$ 最小化，其中根據公式 1

$$n(\lambda) = c \cdot \ln\left[\frac{\lambda^2-\lambda_{min}^2}{\lambda^2-\lambda_{max}^2} \cdot \frac{\lambda_{max}^2}{\lambda_{min}^2}\right] + 1$$

。

【0017】 較佳地，折射率係在400 nm至1000 nm之光譜範圍中的確切三個波長 λ_1、λ_2、λ_3下測定，特定而言其中 λ_1=486 nm、λ_2=587 nm及 λ_3=656 nm或 λ_1=441 nm、 λ_2=639 nm及 λ_3=947 nm。

【0018】 假定參數 λ_{min}=33 nm係恆定的。

【0019】 該目的藉由專利請求項的標的來達成。

【0020】 該目的特定而言係藉由一種具有折射率$n_G \geqq 1.95$及R數在0.900至1.050範圍內的玻璃物件來達成，該R數係藉由下式計算

$$R = (n_G - 1)\left(\frac{\ln\left[\frac{\lambda_G^2 - \lambda_{min}^2}{\lambda_G^2 - \lambda_{max}^2} \cdot \frac{\lambda_{max}^2}{\lambda_{min}^2}\right]}{42 \ln\left[\frac{\lambda_B^2 - \lambda_{min}^2}{\lambda_B^2 - \lambda_{max}^2} \cdot \frac{\lambda_R^2 - \lambda_{max}^2}{\lambda_R^2 - \lambda_{min}^2}\right]} + \frac{1}{2.8}\right)$$

其中 λ_R=656 nm， λ_G=587 nm及 λ_B=486 nm，其中 λ_{min}=33 nm且其中n_G係在587 nm波長下的折射率。

【0021】 本發明不受限於特定的玻璃組成物。然而，以下描述的組成物經證實特別有利。根據本發明，增加折射率n_G特定而言可使用組分La_2O_3、Nb_2O_5、TiO_2、Gd_2O_3及/或ZrO_2來進行。根據本發明，整體玻璃的能帶邊緣 λ_{max}可保持得特別低。經證實調整La_2O_3、Y_2O_3、Gd_2O_3、Yb_2O_3及Lu_2O_3之比例的總和特別有利於調整R數。特定而言，R數可通過增加此等組分中之一或多者的比例來達成。然而，其他原本習知的氧化物，例如Al_2O_3、CaO、K_2O、SrO、WO_3及/或Ta_2O_5，最好不使用或

僅以較小比例使用。然而，可使用諸如BaO、WO_3、鹼金屬、其他鹼土金屬及/或ZnO等組分(部分較佳少量地使用)以增加系統中的熵，及因此增加玻璃形成。

【0022】 用於玻璃形成的較佳組分係SiO_2及/或B_2O_3。SiO_2及B_2O_3之比例的總和較佳大於0 mol%及特定而言為至少3.5 mol%。SiO_2及B_2O_3之比例的總和較佳為至少5.0 mol%，至少7.5 mol%，至少8.0 mol%，大於8.0 mol%，至少9.0 mol%或至少10.0 mol%。SiO_2及B_2O_3之比例的總和可例如為至多27.5 mol%，至多25.0 mol%，至多22.5 mol%，至多20.0 mol%，小於20.0 mol%，至多19.0 mol%，至多18.0 mol%，至多17.5 mol%，至多17.0 mol%或至多16.5 mol%。SiO_2及B_2O_3之比例的總和可例如在>0 mol%至27.5 mol%，3.5 mol%至25.0 mol%，5.0 mol%至22.5 mol%，7.5 mol%至20.0 mol%，8.0 mol%至19.0 mol%，>8.0 mol%至18.0 mol%，9.0 mol%至18.0 mol%，10.0 mol%至17.5 mol%，10.0 mol%至17.0 mol%或10.0 mol%至16.5 mol%之範圍內。

【0023】 SiO_2係玻璃形成劑。該組分有助於耐化學性。如其以極大量使用，則無法達成根據本發明的折射率。玻璃較佳含有1.0 mol%至19.0 mol%、1.0 mol%至18.0 mol%、1.0 mol%至16.5 mol%、1.5 mol%至16.0 mol%、2.0 mol%至16.0 mol%、2.5 mol%至15.5 mol%、或3.0 mol%至15.0 mol%之比例的SiO_2。SiO_2的比例可例如為至少1.0 mol%，至少1.5 mol%，至少2.0 mol%，至少2.5 mol%或至少3.0 mol%。SiO_2

的比例可例如為至多19.0 mol%，至多18.0 mol%，至多16.5 mol%，至多16.0 mol%，至多15.5 mol%或至多15.0 mol%。

【0024】 B_2O_3同樣充當玻璃形成劑。較佳地，B_2O_3的比例在0.0 mol%至19.0 mol%、0.0 mol%至17.0 mol%、0.0 mol%至15.0 mol%、0.0 mol%至13.5 mol%、0.5 mol%至13.0 mol%、1.0 mol%至12.5 mol%、1.5 mol%至12.0 mol%或2.0 mol%至12.0 mol%之範圍內。B_2O_3的比例可例如為至少0.5 mol%，至少1.0 mol%，至少1.5 mol%或至少2.0 mol%。B_2O_3的比例可例如為至多19.0 mol%，至多17.0 mol%，至多15.0 mol%，至多13.5 mol%，至多13.0 mol%，至多12.5 mol%或至多12.0 mol%。在一些具體例中，B_2O_3的比例可限制為至多10.0 mol%，至多7.5 mol%，至多5.0 mol%，至多2.5 mol%或至多1.0 mol%或玻璃可不含B_2O_3。

【0025】 除其他組分外，添加BaO可增加玻璃系統中的熵及因此有助於玻璃形成。玻璃中存在BaO亦可有助於在超過約10^6 dPas至10^{14} dPas的高度黏性範圍內使黏度更高且更陡峭。然而，關於特別高折射率的玻璃系統，特別大比例的BaO可能具有折射值降低效應。較佳地，玻璃含有1.0 mol%至20.0 mol%、2.0 mol%至18.0 mol%、3.0 mol%至17.0 mol%或4.0 mol%至16.0 mol%之比例的BaO。BaO的比例可例如為至少1.0 mol%，至少2.0 mol%，至少3.0 mol%或至少4.0 mol%。BaO的比例可例如為至多20.0 mol%，至多18.0 mol%，至多17.0 mol%或至多16.0 mol%。在一些具體例中，BaO的比例可限制為至多10.0 mol%、

至多7.5 mol%，、至多5.0 mol%、至多2.5 mol%或至多1.0 mol%或玻璃可不含BaO。

【0026】 La_2O_3係可將能帶邊緣λ_{max}保持特別低且可達成特別高R數的組分之一。此外，可通過使用La_2O_3來增加折射率n_G。較佳地，玻璃含有5.0 mol%至20.0 mol%、7.0 mol%至18.0 mol%、8.0 mol%至17.0 mol%或8.5 mol%至16.0 mol%之比例的La_2O_3。La_2O_3的比例可例如為至少5.0 mol%，至少7.0 mol%，至少8.0 mol%或至少8.5 mol%。La_2O_3的比例可例如為至多20.0 mol%，至多18.0 mol%，至多17.0 mol%或至多16.0 mol%。

【0027】 Nb_2O_5係可增加折射率n_G的組分之一。較佳地，玻璃包含比例為0.1 mol%至20.0 mol%、0.5 mol%至18.0 mol%、1.0 mol%至17.0 mol%或2.0 mol%至16.0 mol%的Nb_2O_5。Nb_2O_5的比例可例如為至少0.1 mol%，至少0.5 mol%，至少1.0 mol%或至少2.0 mol%。Nb_2O_5的比例可例如為至多20.0 mol%，至多18.0 mol%，至多17.0 mol%或至多16.0 mol%。

【0028】 TiO_2係可增加折射率n_G的組分之一。較佳地，玻璃包含比例為28.0 mol%至65.0 mol%、30.0 mol%至62.5 mol%、32.0 mol%至60.0 mol%或34.0 mol%至59.0 mol%的TiO_2。TiO_2的比例可例如為至少28.0 mol%，至少30.0 mol%，至少32.0 mol%或至少34.0 mol%。TiO_2的比例可例如為至多65.0 mol%，至多62.5 mol%，至多60.0 mol%或至多59.0 mol%。

【0029】 ZrO_2係可增加折射率n_G的組分之一。較佳地，玻璃包含比例為1.0 mol%至11.0 mol%、2.0 mol%至10.0 mol%、3.0 mol%至9.5 mol%或4.0 mol%至9.0 mol%的ZrO_2。ZrO_2的比例可例如為至少1.0 mol%，至少2.0 mol%，至少3.0 mol%或至少4.0 mol%。ZrO_2的比例可例如為至多11.0 mol%，至多10.0 mol%，至多9.5 mol%或至多9.0 mol%。

【0030】 Gd_2O_3係可將能帶邊緣λ_{max}保持在特別低並可達成特別高R數的組分之一。此外，使用Gd_2O_3可增加折射率n_G。較佳地，Gd_2O_3的比例在0.0 mol%至8.0 mol%、0.0 mol%至7.0 mol%、0.0 mol%至6.0 mol%、0.0 mol%至5.0 mol%、0.1 mol%至7.0 mol%、0.5 mol%至6.0 mol%或1.0 mol%至5.0 mol%之範圍內。Gd_2O_3的比例可例如為至少0.1 mol%，至少 0.5 mol%或至少1.0 mol%。Gd_2O_3的比例可例如為至多8.0 mol%，至多7.0 mol%，至多6.0 mol%或至多5.0 mol%。在一些具體例中，Gd_2O_3的比例可限制為至多4.0 mol%、至多3.0 mol%、至多2.0 mol%、至多1.0 mol%或至多0.5mol%或者玻璃可不含Gd_2O_3。

【0031】 Y_2O_3係可將能帶邊緣λ_{max}保持在特別低並可達成特別高R數的組分之一。較佳地，Y_2O_3的比例在0.0 mol%至5.0 mol%、0.0 mol%至4.0 mol%、0.0 mol%至3.0 mol%、0.0 mol%至2.0 mol%、或0.1 mol%至4.0 mol%、0.2 mol%至3.0 mol%或0.5 mol%至2.0 mol%之範圍內。Y_2O_3的比例可例如為至少0.1 mol%，至少0.2 mol%或至少0.5 mol%。Y_2O_3的比例可例如為至多5.0 mol%，至多4.0 mol%，至多3.0 mol%或至多2.0 mol%。在一些具體例中，Y_2O_3的比例可限制為至

多1.5 mol%、至多1.0 mol%、至多0.5 mol%或至多0.2 mol%或者玻璃可不含Y_2O_3。

【0032】 除其他組分外，添加ZnO可增加玻璃系統中的熵及因此有助於玻璃形成。較佳地，ZnO的比例在0.0 mol%至5.0 mol%、0.0 mol%至4.0 mol%、0.0 mol%至3.0 mol%、0.0至2.0 mol%或0.1 mol%至4.0 mol%、0.2 mol%至3.0 mol%或0.5 mol% 至2.0 mol%之範圍內。ZnO的比例可例如為至少0.1 mol%，至少0.2 mol%或至少0.5 mol%。ZnO的比例可例如為至多5.0 mol%，至多4.0 mol%，至多3.0 mol%或至多2.0 mol%。在一些具體例中，ZnO的比例可限制為至多1.5 mol%、至多1.0 mol%、至多0.5 mol%或至多0.2 mol%或者玻璃可不含ZnO。

【0033】 除其他組分外，添加WO_3可增加玻璃系統中的熵及因此有助於玻璃形成。較佳地，WO_3的比例在0.0 mol%至5.0 mol%、0.0 mol%至4.0 mol%、0.0 mol%至3.0 mol%、0.0 mol%至2.0 mol%、0.1 mol%至4.0 mol%、0.2 mol%至3.0 mol%或0.5 mol%至2.0 mol%之範圍內。WO_3的比例可例如為至少0.1 mol%，至少0.2 mol%或至少0.5 mol%。WO_3的比例可例如為至多5.0 mol%，至多4.0 mol%，至多3.0 mol%或至多2.0 mol%，特定而言至多1.5 mol%，至多1.0 mol%，至多0.5 mol%或至多0.2 mol%。較佳地，玻璃不含WO_3。

【0034】 Al_2O_3有助於玻璃形成。較佳地，Al_2O_3的比例在0.0 mol%至3.0 mol%之範圍內，例如0.0至2.5 mol%、0.0至2.0 mol%、0.0至1.5 mol%、或0.1 mol%至2.5 mol%、0.2 mol%至2.0 mol%或0.5 mol%至1.5 mol%。Al_2O_3的比例可例如為至少0.1 mol%、至少0.2 mol%或至少

0.5 mol%。Al_2O_3的比例可例如為至多3.0 mol%，至多2.5 mol%，至多2.0 mol%或至多1.5 mol%，特定而言至多1.2 mol%，至多1.0 mol%，至多0.5 mol%或至多0.2 mol%。較佳地，玻璃不含Al_2O_3。

【0035】 除其他組分外，添加CaO可增加玻璃系統中的熵及因此有助於玻璃形成。較佳地，CaO的比例在0.0 mol%至1.5 mol%、0.0 mol%至1.2 mol%、0.0 mol%至1.0 mol%、0.0 mol%至0.8 mol%、或0.1 mol%至1.2 mol%、0.2 mol%至1.0 mol%或0.5 mol%至0.8 mol%之範圍內。CaO的比例可例如為至少0.1 mol%，至少0.2 mol%或至少0.5 mol%。CaO的比例可例如為至多1.5 mol%，至多1.2 mol%，至多1.0 mol%或至多0.8 mol%，特定而言至多0.5 mol%或至多0.2 mol%。較佳地，玻璃不含CaO。

【0036】 除其他組分外，添加SrO可增加玻璃系統中的熵及因此有助於玻璃形成。較佳地，SrO的比例在0.0 mol%至1.5 mol%、0.0 mol%至1.2 mol%、0.0 mol%至1.0 mol%、0.0 mol%至0.8 mol%、或0.1 mol%至1.2 mol%、0.2 mol%至1.0 mol%或0.5 mol%至0.8 mol%之範圍內。SrO的比例可例如為至少0.1 mol%，至少0.2 mol%或至少0.5 mol%。SrO的比例可例如為至多1.5 mol%，至多1.2 mol%，至多1.0 mol%或至多0.8 mol%，特定而言至多0.5 mol%或至多0.2 mol%。較佳地，玻璃不含SrO。

【0037】 除其他組分外，添加K_2O可增加玻璃系統中的熵及因此有助於玻璃形成。較佳地，K_2O的比例在0.0 mol%至1.5 mol%、0.0 mol%至1.2 mol%、0.0 mol%至1.0 mol%、0.0 mol%至0.5 mol%、或0.1 mol%

至1.0 mol%、或0.2 mol%至0.5 mol%之範圍內。K_2O的比例可例如為至少0.1 mol%或至少0.2 mol%。K_2O的比例可例如為至多1.5 mol%，至多1.2 mol%，至多1.0 mol%或至多0.8 mol%，特定而言至多0.5 mol%或至多0.2 mol%。較佳地，玻璃不含K_2O。

【0038】 較佳地，Ta_2O_5的比例在0.0 mol%至1.5 mol%、0.0 mol%至1.2 mol%、0.0 mol%至1.0 mol%、0.0 mol%至0.5 mol%、0.1 mol%至1.0 mol%、或0.2 mol%至0.5 mol%之範圍內。Ta_2O_5的比例可例如為至少0.1 mol%或至少0.2 mol%。Ta_2O_5的比例可例如為至多1.5 mol%，至多1.2 mol%，至多1.0 mol%或至多0.8 mol%，特定而言至多0.5 mol%或至多0.2 mol%。較佳地，玻璃不含Ta_2O_5。

【0039】 Yb_2O_3係可將能帶邊緣λ_{max}保持特別低且可達成特別高R數的組分之一。較佳地，Yb_2O_3的比例在0.0 mol%或1.5 mol%、0.0 mol%至1.2 mol%、0.0 mol%至1.0 mol%、0.0 mol%至0.5 mol%、或0.1 mol%至1.0 mol%、或0.2 mol%至0.5 mol%之範圍內。Yb_2O_3的比例可例如為至少0.1 mol%或至少0.2 mol%。Yb_2O_3的比例可例如為至多1.5 mol%，至多1.2 mol%，至多1.0 mol%或至多0.8 mol%，特定而言至多0.5 mol%或至多0.2 mol%。較佳地，玻璃不含Yb_2O_3。

【0040】 Lu_2O_3係可將能帶邊緣λ_{max}保持特別低並可達成特別高R數的組分之一。較佳地，Lu_2O_3的比例在0.0 mol%至5.0 mol%、0.0 mol%至4.0 mol%、0.0 mol%至3.0 mol%、0.0 mol%至2.0 mol%或0.1 mol%至4.0 mol%、0.2 mol%至3.0 mol%或0.5 mol%至2.0 mol%之範圍內。Lu_2O_3的比例可例如為至少0.1 mol%，至少0.2 mol%或至少0.5

mol%。Lu_2O_3的比例可例如為至多5.0 mol%，至多4.0 mol%，至多3.0 mol%或至多2.0 mol%，特定而言至多1.5 mol%，至多1.0 mol%，至多0.5 mol%或至多0.2 mol%。較佳地，玻璃不含Lu_2O_3。

【0041】 已經證實審慎調整La_2O_3、Y_2O_3、Gd_2O_3、Yb_2O_3及Lu_2O_3之比例的總和係特別有利的。較佳地，La_2O_3、Y_2O_3、Gd_2O_3、Yb_2O_3及Lu_2O_3之比例的總和在12.5 mol%至20.0 mol%，更佳13.5 mol%至19.0 mol%，更佳14.0 mol%至18.0 mol%，更佳14.5 mol%至17.5 mol%之範圍內。La_2O_3、Y_2O_3、Gd_2O_3、Yb_2O_3及Lu_2O_3之比例的總和較佳係至少12.5 mol%，更佳至少13.5 mol%，更佳至少14.0 mol%，更佳至少14.5 mol%。La_2O_3、Y_2O_3、Gd_2O_3、Yb_2O_3及Lu_2O_3之比例的總和較佳係至多20.0 mol%，更佳至多19.0 mol%，更佳至多18.0 mol%，更佳至多17.5 mol%。

【0042】 此外，已經證實SiO_2及B_2O_3之比例的總和大致對應於La_2O_3、Y_2O_3、Gd_2O_3、Yb_2O_3及Lu_2O_3之比例的總和係有利的。SiO_2及B_2O_3之比例的總和(以mol%計)與La_2O_3、Y_2O_3、Gd_2O_3、Yb_2O_3及Lu_2O_3之比例的總和(以mol%計)的比較佳在0.5：1至1.3：1、或0.5：1至1.2：1之範圍內，特定而言在0.6：1至1.1：1、0.7：1至1.1：1、0.8：1至1.1：1或0.9：1至1.1：1之範圍內。SiO_2及B_2O_3之比例的總和(以mol%計)與La_2O_3、Y_2O_3、Gd_2O_3、Yb_2O_3及Lu_2O_3之比例的總和(以mol%計)的比可例如為至少0.5：1，至少0.6：1，至少0.7：1，至少0.8：1或至少0.9：1。SiO_2及B_2O_3之比例的總和(以mol%計)與La_2O_3、Y_2O_3、Gd_2O_3、Yb_2O_3及Lu_2O_3之比例的總和(以mol%計)的比可例如為至多1.3：1，至多1.2：

1或至多1.1：1。特佳地，SiO_2及B_2O_3之比例的總和(以mol%計)與La_2O_3、Y_2O_3、Gd_2O_3、Yb_2O_3及Lu_2O_3之比例的總和(以mol%計)的比係約1：1，特定而言0.95：1至1.05：1。SiO_2及B_2O_3之比例的總和(以mol%計)與La_2O_3、Y_2O_3、Gd_2O_3、Yb_2O_3及Lu_2O_3之比例的總和(以mol%計)的比可例如為至少0.95：1及/或至多1.05：1。

【0043】 當本說明中提及玻璃不含一組分或不含一特定組分時，其意謂此組分至多可作為雜質存在於玻璃中。此意謂其不以實質量添加。根據本發明，非實質量係小於1000 ppm(莫耳)，或小於300 ppm(莫耳)，較佳小於100 ppm(莫耳)，特佳小於50 ppm(莫耳)及最佳小於10 ppm(莫耳)或小於5 ppm(莫耳)的量。

【0044】 玻璃較佳不含未在本揭示中揭示作為玻璃組分的組分，或以至多3.0 mol%、至多2.0 mol%、至多1.0 mol%、至多0.5 mol%或至多0.2 mol%之總比例包含此等組分。特定而言，玻璃較佳不含Fe_2O_3、Li_2O、Na_2O、MgO及/或Pt。

【0045】 特定而言，玻璃物件可包含一種玻璃或由一種玻璃組成，該玻璃包含或由呈所指示比例(以mol%計)的以下組分所組成：

組分	比例（mol%）
SiO_2	1.0 - 10.0
B_2O_3	0.0 - 13.0
Al_2O_3	0.0 - 8.0
$BaCl_2$	1.0 - 30.0
MgO	0.0 - 5.0
La_2O_3	5.0 - 20.0
TiO_2	20.0 - 60.0
Nb_2O_5	0.1 - 10.0
Gd_2O_3	0.0 - 5.0
WO_3	0.0 - 5.0
Y_2O_3	0.0 - 5.0
ZrO_2	1.0 - 15.0
$La_2O_3 + Y_2O_3 + Gd_2O_3 + Yb_2O_3 + Lu_2O_3$	15.0 - 70.0

〔0046〕 特定而言，玻璃物件可包含一種玻璃或由一種玻璃組成，該玻璃包含或由呈所指示比例(以mol%計)的以下組分所組成：

組分	比例（mol%）
SiO_2	1.0 - 10.0
P_2O_5	0.0 - 10.0
Al_2O_3	0.0 - 3.0
PbO	1.0 - 20.0
ZnO	0.0 - 5.0
La_2O_3	5.0 - 20.0

組分	比例（mol%）
TiO_2	20.00 - 60.0
B_2O_3	0.11 - 20.0
SiO_2	0.00 - 8.0
WO_3	0.00 - 8.0
Y_2O_3	0.00 - 8.0
ZrO_2	1.00 - 11.0
Ta_2O_5	0.00 - 1.5
Nb_2O_5	0.00 - 1.5
GeO_2	0.00 - 1.5
TeO_2	0.00 - 1.5
Yb_2O_3	0.00 - 1.5
Tb_2O_3	0.00 - 1.5
La_2O_3	0.00 - 1.5
Lu_2O_3	0.00 - 5.0
$Y_2O_3+La_2O_3$	0.00 - 20.0
$ZrO_2+TiO_2+B_2O_3+Ta_2O_5+Nb_2O_5$	12.00 - 70.0

[0047] 特定而言，玻璃物件可包含一種玻璃或由一種玻璃組成，該玻璃包含或由呈所指示比例(以mol%計)的以下組分所組成：

組分	比例（mol%）
SiO_2	1.0 - 10.0
B_2O_3	0.0 - 12.0
Al_2O_3	0.0 - 2.0
La_2O_3	2.0 - 10.0
ZrO_2	0.0 - 4.0
Li_2O	2.0 - 10.0
TiO_2	30.0 - 45.0
Nb_2O_5	0.0 - 10.0
Gd_2O_3	0.0 - 7.0
WO_3	0.0 - 2.0
Y_2O_3	0.0 - 4.0
ZnO	2.0 - 11.0
K_2O	0.0 - 1.5
Ga_2O_3	0.0 - 1.5

組分	比例（mol%）
BaO	0.0 - 1.5
Ta_2O_5	0.0 - 1.5
Yb_2O_3	0.0 - 1.2
Lu_2O_3	0.0 - 4.0
至少一種 Pr_2O_3	0.0 - 22.0
至少一種 La_2O_3、Yb_2O_3、Gd_2O_3、Tb_2O_3 和 Lu_2O_3	0.0 - 15.0

〔0048〕 特定而言，玻璃物件可包含一種玻璃或由一種玻璃組成，該玻璃包含或由呈所指示比例(以mol%計)的以下組分所組成：

組分	比例（mol%）
SiO_2	1.0～18.0
B_2O_3	0.0～18.0
Al_2O_3	0.0～4.0
BaO	2.0～15.0
ZnO	0.0～4.0
La_2O_3	7.0～14.0
TiO_2	30.0～60.0
Nb_2O_5	0.0～10.0
ZrO_2	0.0～7.0
WO_3	0.0～4.0
Y_2O_3	0.0～4.0
Ta_2O_5	0.0～10.0
$La_2O_3+Y_2O_3+Gd_2O_3+Yb_2O_3+Lu_2O_3$	15.0～18.0

〔0049〕特定而言，玻璃物件可包含一種玻璃或由一種玻璃組成，該玻璃包含或由呈所指示比例(以mol%計)的以下組分所組成：

組分	比例（mol%）
SiO_2	2.5～16.5
B_2O_3	1.0～12.5
Al_2O_3	0.0～2.0
BaO	3.0～17.0
ZnO	0.0～3.0

組分	比例（mol%）
La_2O_3	0.0 - 17.0
TiO_2	35.0 - 80.0
Nb_2O_5	1.0 - 17.0
SiO_2	0.0 - 6.0
WO_3	0.0 - 5.0
TeO_2	0.0 - 3.0
ZrO_2	0.0 - 8.0
$Li_2O + Y_2O_3 + Gd_2O_3 + Yb_2O_3 + La_2O_3$	14.0 - 18.0

〔0050〕 特定而言，玻璃物件可包含一種玻璃或由一種玻璃組成，該玻璃包含或由呈所指示比例(以mol%計)的以下組分所組成：

組分	比例（mol%）
SiO_2	2.0 - 14.0
B_2O_3	1.0 - 12.0
Al_2O_3	0.0 - 2.0
BaO	0.0 - 17.0
CaO	0.0 - 3.0
La_2O_3	0.0 - 17.0
TiO_2	30.0 - 60.0
Nb_2O_5	1.0 - 17.0
Bi_2O_3	0.0 - 8.0
WO_3	0.0 - 6.0
Y_2O_3	0.0 - 3.0
ZrO_2	0.0 - 8.0
$Li_2O + B_2O_3$	0.0 - 4.0
$Li_2O + Y_2O_3 + Gd_2O_3 + Yb_2O_3 + La_2O_3$	14.0 - 18.0

[0051] 特定而言，玻璃物件可包含一種玻璃或由一種玻璃組成，該玻璃包含或由呈所指示比例(以mol%計)的以下組分所組成：

組分	比例 (mol%)
SiO_2	40 - 70
Na_2O	10 - 25

組分	比例 (mol%)
Al_2O_3	0.0 - 2.0
B_2O_3	3.0 - 7.0
ZnO	0.0 - 3.0
Li_2O	0.0 - 1.0
TiO_2	5.0 - 10.0
Nb_2O_5	1.0 - 1.5
ZrO_2	0.0 - 0.5
WO_3	0.0 - 3.0
Y_2O_3	0.0 - 3.0
Ta_2O_5	2.0 - 6.0
K_2O	0.0 - 1.0
CaO	0.0 - 1.0
SrO	0.0 - 1.0
La_2O_3	0.0 - 1.0
Yb_2O_3	0.0 - 1.0
Lu_2O_3	0.5 - 3.0
$Li_2O + Y_2O_3 + Gd_2O_3 + Yb_2O_3 + Lu_2O_3$	14.0 - 18.0

[0052] 特定而言，玻璃物件可包含一種玻璃或由一種玻璃組成，該玻璃包含或由呈所指示比例(以mol%計)的以下組分所組成：

組分	比例 (mol%)
SiO_2	2.5 - 15.0
B_2O_3	1.0 - 12.5
Al_2O_3	0.5 - 2.0
Na_2O	3.0 - 17.0
ZnO	0.0 - 3.0
La_2O_3	0.0 - 17.5
TiO_2	32.0 - 60.0
Nb_2O_5	1.0 - 10.5
Gd_2O_3	0.0 - 5.0
WO_3	0.0 - 3.0
Y_2O_3	0.0 - 3.0

組分	比例 (mol%)
ZrO_2	3.0 - 11.0
MgO	0.0 - 1.0
CaO	0.0 - 1.0
SrO	0.0 - 1.0
Ta_2O_5	0.0 - 1.0
Yb_2O_3	0.0 - 1.0
Lu_2O_3	0.0 - 1.0
$ZnO + La_2O_3$	0.0 - 3.0
$La_2O_3 + Y_2O_3 + Gd_2O_3 + Yb_2O_3 + Lu_2O_3$	14.0 - 18.0

[0053] 特定而言，玻璃物件可包含一種玻璃或由一種玻璃組成，該玻璃包含或由呈所指示比例(以mol%計)的以下組分所組成：

組分	比例(mol%)
SiO_2	60.0 - 80.0
B_2O_3	5.0 - 12.0
Al_2O_3	0.0 - 4.0
Na_2O	4.0 - 16.0
ZnO	0.0 - 2.0
La_2O_3	0.0 - 1.0
TiO_2	0.0 - 0.5
Nb_2O_5	0.0 - 0.5
Gd_2O_3	0.0 - 0.5
WO_3	0.0 - 0.5
Y_2O_3	0.0 - 0.5
ZrO_2	0.0 - 0.5
K_2O	0.0 - 0.5
CaO	0.0 - 0.5
SnO	0.0 - 0.5
Ta_2O_5	0.0 - 0.5
Yb_2O_3	0.0 - 0.5
MnO_2	0.0 - 0.5

[0054] 根據本發明的玻璃物件可例如具有至少1.95、至少1.96、至少1.97、至少1.98、至少1.99、至少2.00、至少2.01、至少2.02、至少2.03、至少2.04或至少2.05、特定而言至少2.06、至少2.07、至少2.08、至少2.09、或至少2.10、至少2.11或至少2.12的折射率n_G。根據本發明

的玻璃物件可例如具有至多2.25、至多2.24、至多2.23、至多2.22、至多2.21、至多2.20、至多2.19、至多2.18、至多2.17、至多2.16或至多2.15的折射率n_G。根據本發明的玻璃物件可例如具有在1.95至2.25、1.96至2.24、1.97至2.23、1.98至2.22、1.99至2.21、2.00至2.20、2.01至2.19、2.02至2.18、2.03至2.17、2.04至2.16、或2.05至2.16、或2.10至2.16、或2.12至2.15之範圍內的折射率n_G。特定而言，折射率n_G可在2.06至2.25、2.07至2.24、2.08至2.23、2.09至2.22、2.10至2.21、2.11至2.20或2.12至2.19之範圍內。

【0055】 根據本發明的玻璃物件可例如具有在0.05至3.0 mm、0.1至2.75 mm、0.15至2.5 mm、0.2至2.25 mm、0.25至2.0 mm、0.3至1.8 mm、0.35至1.5 mm、0.4至1.0 mm或0.5至0.8 mm範圍內之厚度。玻璃物件的厚度可例如為至少0.05 mm、至少0.1 mm、至少0.15 mm、至少0.2 mm、至少0.25 mm、至少0.3 mm、至少0.35 mm、至少0.4 mm或至少0.5 mm。玻璃物件的厚度可例如為至多3.0 mm，至多2.0 mm，至多1.8 mm，至多1.5 mm，至多1.0 mm或至多0.8 mm。特定而言，玻璃物件可以是晶圓、板、窗格或眼鏡或其之一部分。

【0056】 玻璃物件可例如具有至多5 nm、至多3 nm、至多1 nm、較佳<1 nm、較佳<0.5 nm或<0.1 nm的表面粗糙度(二次粗糙度(R_q或者RMS))。粗糙度深度R_t較佳為至多6 nm，更佳至多4 nm及特佳至多2 nm，例如至多1 nm，至多0.5 nm或至多0.1 nm。粗糙度深度及/或二次粗糙度較佳根據DIN EN ISO 4287測定，特定而言根據DIN EN ISO 4287：

2010-07測定。粗糙度深度及/或二次粗糙度可，例如，利用原子力顯微鏡(AFM)測定。測試面積可例如為$2\times2\mu m^2$或$10\times10\mu m^2$。

【0057】 玻璃物件可例如具有>600、較佳>630、特佳>650的努氏硬度(Knoop hardness)。努氏硬度可例如為至多900，至多850或至多820。努氏硬度可例如在>600至900、>630至850或>650至820之範圍內。

【0058】 根據本發明之玻璃物件的製造特定而言可藉由包括利用規定冷卻速率塑形的方法進行。

【0059】 本發明亦關於根據本發明之玻璃物件作為用於擴增實境應用的晶圓、於智慧型手機相機中及/或作為波導耦合器的用途。

【圖式簡單說明】

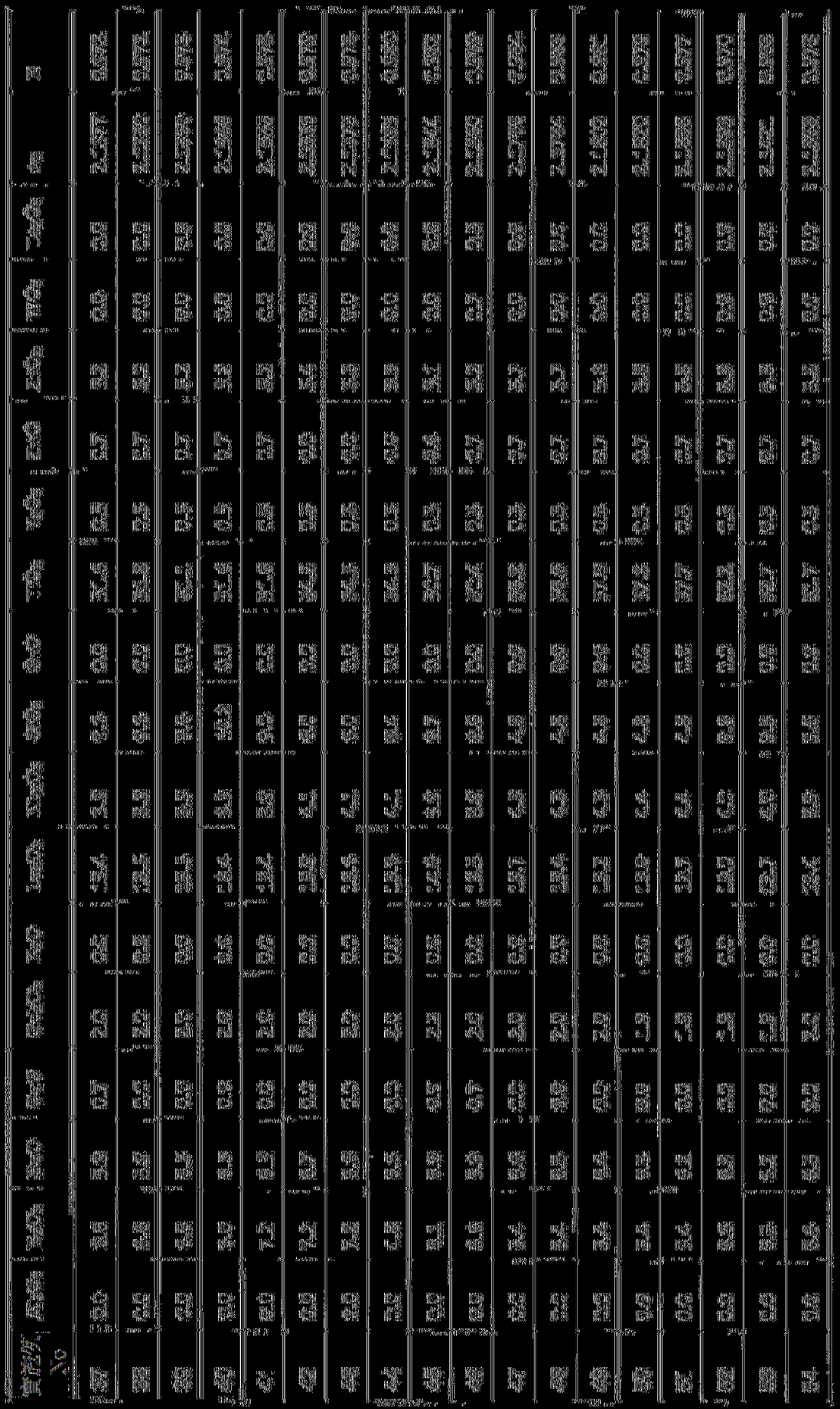
【0060】 圖1顯示折射率的測量值，及虛曲線顯示測量數據對公式1的擬合。λ_{max}可自其以經確定的方式確定。

【實施方式】

【0061】

[實施例]

根據本發明之例示性玻璃的組成物顯示於下表(以mol%計)。同樣顯示折射率n_G及R數。



【0062】 以下將藉助例示性玻璃31經由實例解說可確定根據本發明之R數的方式。

【0063】 在三個不同波長下測量例示性玻璃31的折射率。結果顯示於下表及圖1。

λ [nm]	折射率
441	2.2040
639	2.1239
947	2.0896

【0064】 經由調適/擬合至公式1，通過最小平方法以經確定的方式確定參數 λ_{max}及c。其中折射率n_i係在波長 λ_i下測量，

使 $\sum_i (n_i - n(\lambda_i))^2 \to 0$ 最小化，其中根據公式 1

$$n(\lambda) = c \cdot \ln\left[\frac{\lambda^2-\lambda_{min}^2}{\lambda^2-\lambda_{max}^2} \cdot \frac{\lambda_{max}^2}{\lambda_{min}^2}\right] + 1$$

。

【0065】 假定參數 λ_{min}=33 nm係恆定的。

【0066】 根據擬合，確定 λ_{max}=289.9 nm及c=0.25。

【0067】 折射率n_G為2.1359。

【0068】 公式

$$R = (n_G - 1)\left(\frac{\ln\left[\frac{\lambda_G{}^2-\lambda_{min}^2}{\lambda_G^2-\lambda_{max}^2} \cdot \frac{\lambda_{max}^2}{\lambda_{min}^2}\right]}{42\ln\left[\frac{\lambda_B^2-\lambda_{min}^2}{\lambda_B^2-\lambda_{max}^2} \cdot \frac{\lambda_R^2-\lambda_{max}^2}{\lambda_R^2-\lambda_{min}^2}\right]} + \frac{1}{2.8}\right)$$

其中 λ_R=656 nm， λ_G=587 nm及 λ_B=486 nm，得到R=0.973。

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種玻璃物件，其具有折射率$n_G \geq 1.95$及在0.900至1.050之範圍內的R數，其中該R數係根據以下公式計算：

$$R = (n_G - 1)\left(1 - \frac{\lambda_R - \lambda_B}{\lambda_G - \lambda_{min}}\right)$$

其中λ_R：656 nm，λ_G：587 nm及λ_B：486 nm，其中λ_{min}：33 nm且其中n_G係在587 nm之波長下的折射率。

【請求項2】 如請求項1之玻璃物件，其由包含呈所指示比例(以mol%計)之以下組分的玻璃所組成：

組分	比例 (mol%)
SiO_2	10.0 - 15.0
B_2O_3	0.0 - 10.0
Al_2O_3	0.0 - 5.0
HfO_2	10.0 - 20.0
ZrO_2	0.0 - 6.0
La_2O_3	0.0 - 20.0
TiO_2	30.0 - 55.0
Nb_2O_5	0.1 - 20.0
Gd_2O_3	0.0 - 5.0
WO_3	0.0 - 5.0
Y_2O_3	0.0 - 5.0
ZnO	1.0 - 11.0
$La_2O_3 + TiO_2 + Gd_2O_3 + Nb_2O_5 + ZrO_2$	70.0 - 80.0

【請求項3】 如前述請求項中至少一項之玻璃物件，其具有在2.00至2.20範圍內之折射率n_G。

【請求項4】 如前述請求項中至少一項之玻璃物件，其中，該玻璃物件具有在0.2至3.0 mm範圍內之厚度。

【請求項5】 如前述請求項中至少一項之玻璃物件，其具有表面粗糙度R_q<1 nm，較佳<0.5 nm。

【請求項6】 如前述請求項中至少一項之玻璃物件，其具有努氏硬度(Knoop hardness)>600，較佳>630，特佳>650。

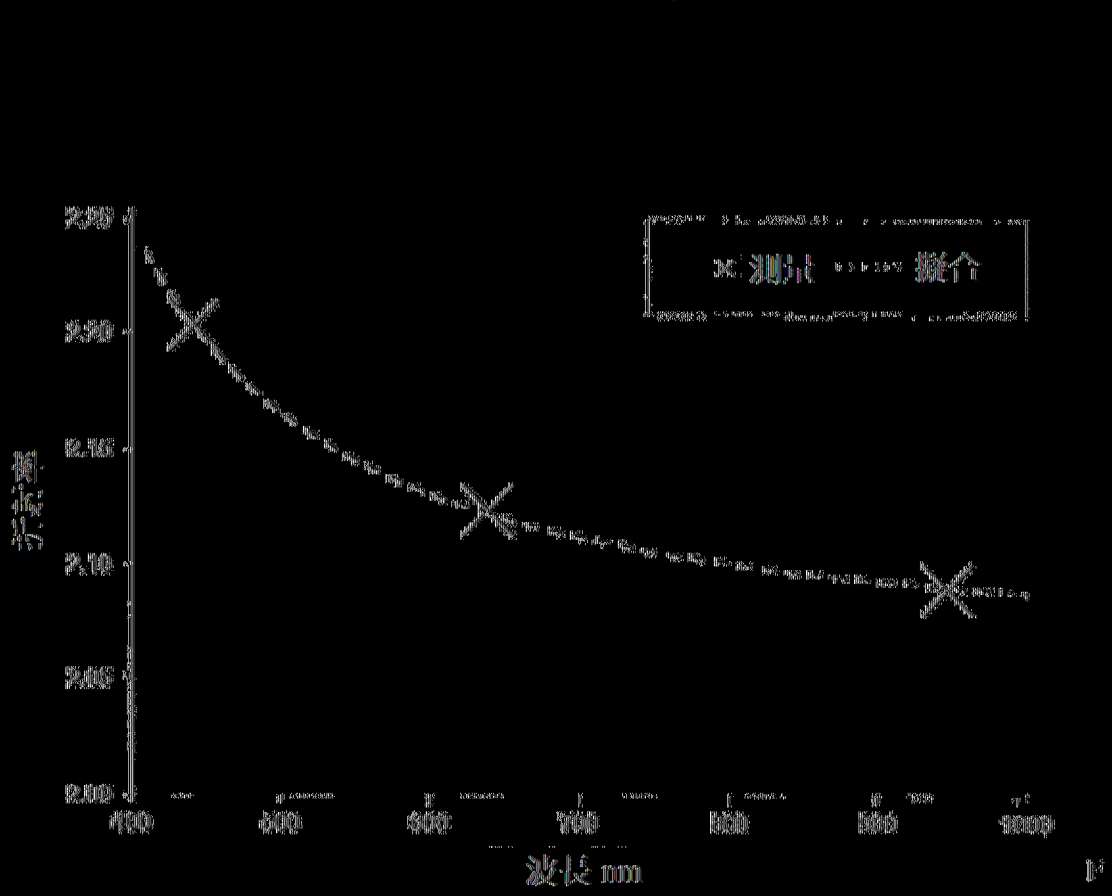
【請求項7】 如前述請求項中至少一項之玻璃物件，其中，波長460 nm且層厚度d為1 cm的純透射率τ_i係>0.9。

【請求項8】 如前述請求項中至少一項之玻璃物件，其中，該R數在>0.965至<0.985之範圍內。

【請求項9】 如前述請求項中至少一項之玻璃物件，其中，SiO_2及B_2O_3之比例的總和(以mol%計)與La_2O_3、Y_2O_3、Gd_2O_3、Yb_2O_3及Lu_2O_3之比例的總和(以mol%計)的比在0.5：1至1.3：1之範圍內。

【請求項10】 一種請求項1至8中至少一項之玻璃物件作為用於擴增實境應用的晶圓、於智慧型手機相機中及/或作為波導耦合器的用途。

（發明圖式）


2.25
2.20
2.15
2.10
2.05
2.00
折射率
400
500
600
700
800
900
1000
波長 nm
實測
擬合

（圖1）