ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
---

(19)

المملكة المغربية

المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية
---

(12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication :
MA 35872 B1

(51) Cl. internationale :
G02B 6/02

(43) Date de publication :
01.12.2014

(21) N° Dépôt :
37220

(22) Date de Dépôt :
18.07.2014

(30) Données de Priorité :
30.12.2011 US 61/582,099

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :
PCT/US2012/023551 01.02.2012

(71) Demandeur(s) :
BELL, James, Dalton, 7214 Corregidor Vancouver, WA 98664 (US)

(72) Inventeur(s) :
BELL, James, Dalton

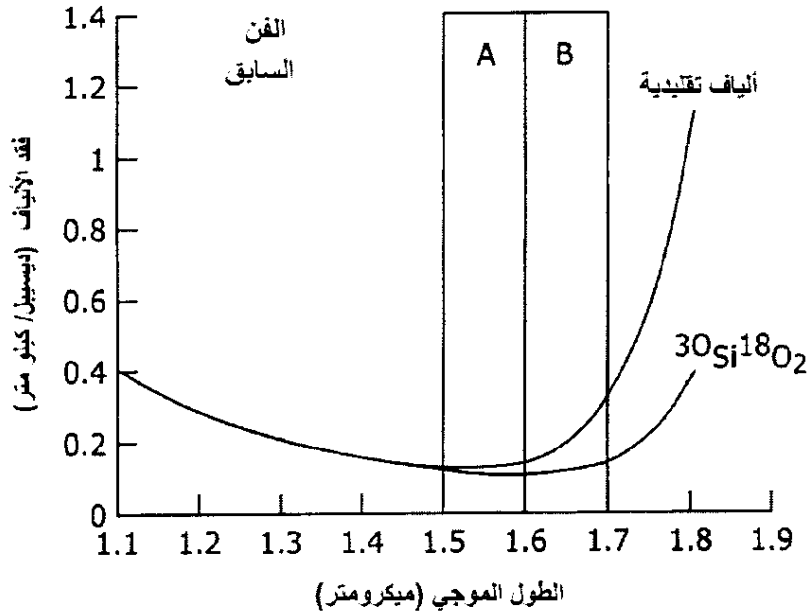
(74) Mandataire :
SABA&CO

(54) Titre : **FIBRE OPTIQUE ISOTOPIQUEMENT MODIFIÉE**

(57) Abrégé : La présente invention se rapporte à un guide d'ondes optique qui comprend une couche de revêtement composée d'un verre de grande pureté, ou une couche de revêtement composée d'un verre de grande pureté modifié par une proportion d'isotopes, le noyau du verre de grande pureté modifié par une proportion d'isotopes présentant un indice de réfraction qui est supérieur à l'indice de réfraction du verre de parement, ledit matériau de noyau du verre de grande pureté modifié par une proportion d'isotopes comprenant une proportion d'isotopes de Si-29 qui fait au maximum 4,447 % du Si-29 (atome/atome) de tous les atomes de silicium présents dans ledit noyau, ou au moins 4,90 % des atomes du Si-29 (atome/atome) dans ledit noyau, ou comprenant une proportion d'isotopes de Ge-73 qui fait au maximum 7,2 % du Ge-73 (atome/atome) de tous les atomes de germanium présents dans ledit noyau, ou au moins 8,18 % du Ge-73 (atome/atome) des atomes de germanium présents dans ladite région du noyau.

الملخص

يتعلق الاختراع الحالي بدليل موجي بصري به طبقة عازلة مشكلة من زجاج عالي النقـــاء، أو طبقة عازلة مشكلة من زجاج بنسبة تناظر معدلة عالي النقاء، وبنواة من زجاج بنســبة تنـــاظر معدلة عالي النقاء بمعامل انكسار زجاج النواة أكبر، من معامل انكسار الزجاج العازل، مـــادة النواة بنسبة التناظر المعدلة عالية النقاء المذكورة بها نسبة من نظيـــر Si-29 علـــى الأغلـــب 4.447 % Si-29 (ذرة/ذرة) من كل ذرات السيليكون في النواة المذكورة، أو علـــى الأقـــل 4.90% من ذررات Si-29 (ذرة/ذرة) في النواة المذكورة، أو به نسبة مـــن نظيـــر Ge-73 على الأغلب 7.2% Ge-73 (ذرة/ذرة) من كل ذرات الجيرمانيوم في النـــواة المـــذكورة، أو على الأقل 8.18% من Ge-73 (ذرة/ذرة) من ذرات الجيرمانيوم في منطقة النواة المذكورة.



شكل 2

01 DEC 2014

المجال التقني

يتعلق ذلك الاختراع بصفة عامة بألياف بصرية مستبدلة تناظرياً، وتتعلق بصفة خاصة بألياف سيليكا سواء مستنفدة أو مخصبة بذرات نظير Si-29، أو مستنفدة من أو مخصبة بنظير ذرات Ge-73.

الخلفية التقنية

يكون الفقد البصري هو عامل تقييد في تصميم وتكوين الشبكات والوصلات البشرية، حيث تشتمل نمطياً على مئات من الكيلومترات من الألياف البصرية بأساس السيليكا. يكون الفقد البصري في ألياف السيليكا في الغالب بسبب عاملين: (1) نشر Rayleigh، الذي يحدث كدالة من $1/\lambda^4$ (حيث λ هي الطول الموجي) وحيث تسود على الأطوال الموجية الأقصر؛ و(2) امتصاص الأشعة تحت الحمراء بواسطة السيليكا، حيث تسود للأطوال الموجية الأطول. يكون لألياف جيرمانيا النمطية (GeO_2) المطعمة بنواة السيليكا فقد 0.189 ديسيبل/كيلو متر إلى 0.200 ديسيبل/كيلو متر، بين 1510 نانو متر و1610 نانو متر.

كان هناك محاولة سابقة لتطوير ألياف بصرية بفقد نقل أقل بواسطة نفاذية عن طريق تغيير الاستبدال التناظري لمناطق الألياف. انظر براءات الاختراع الأمريكية 6,810,197 و6,870,999. كان الفقد في التحسن محدودا إلى حوالي 0.145 إلى 0.155 ديسيبل/كيلو متر، وتم انجازه في المقام الأول عن طريق تحويل الطول الموجي من الحد الأدنى للفقد البصري إلى حوالي 1670 نانومتر، وجزئيا عن طريق تغيير المؤشر من بين انكسار مادة الإشابة من جيرمانيا إلى أكسجين-17، على الرغم من أن المخترعين ربما لم يدرك سبب انخفاض الفقد بسبب استخدامهم للأكسجين-17.

لا يعترف علماء ومهندسي الألياف البصرية بأن نظير Si-29 هو مصدر ما يقرب جميع اختلافات معامل الانكسار للسيليكا من 1.0000، مع أكسجين-17 بنسبة نظير طبيعية مما يوفر زيادة طفيفة في مستوياتها العادية (الطبيعية). وبالمثل، لم يعترف هولاء العلماء والمهندسين أن نظير Ge-73 (لمادة الإشابة، التي تستخدم عادة) يزيد معامل الانعكاس للسيليكا المنصهرة في نسبها التناظرية الطبيعية، من 1.46 إلى حوالي 1.47. لا يكون من المعروف أيضاً أن مادة الإشابة Si-29 تكون مسؤولة عن الغالبية العظمى من نشر Rayleigh الموجود في دلائل الموجات البصرية بالتقنية الحالية. انهم لا يعتبرون أن Si-29 مادة إشابة بما أنها تكون نظير سيليكون مستقر طبيعي الحدوث.

بالتالي، سوف يؤدي الانخفاض في نسبة تناظر Si-29 في سيليكا، مثلاً، لعامل 100 (من الطبيعة 4.67% ذرة/ذرة إلى 0.0467% ذرة/ذرة) إلى مادة بمعامل انكسار 1.005، وسوف يؤدي الانخفاض بواسطة عامل 33 إلى مادة بمعامل انكسار 1.015. سوف تكون هاتين المادتين، باختلاف في معامل الانكسار 1.015-1.005 = 0.010، تماماً ضمن النطاق الصحيح لتصبع عازل، ونواة، على التوالي، بألياف جديدة.

بالمثل، تصف براءة الاختراع الأميركية 6,490,399 استبدال سيليكون-30 بنظير سيليكون-28، حيث يكون لها تأثير مشابه لتحريك يمين الرسم خط امتصاص IR المكثف. يؤدي ذلك إلى فتح منطقة جديدة لنقل مفيد. انظر الشكل 2 الذي يوضح منطقة مرمّز "B" من حوالي 1610 حتى حوالي 1710 نانو متر طول موجي، لاستبدال كلٍ من Si-30 بـ Si-28، وO-18 بـ O-16.

تصف براءة الاختراع الأميركية 6,810,197، في "ملخص الاختراع" (العمود 1، السطر 58 إلى العمود 3، السطر 14) انخفاض في عدد محطات تضخيم المطلوبة لوصلة عبر الأطلسي، بواسطة 11 وحدة، بسبب زيادة في حيز التضخيم الداخلي الممكن من 125 كيلو متر إلى 156 كيلو متر. تكون تلك الفائدة أيضاً في الغالب وهمية عملياً، مع ذلك. سوف يتم تصميم أي وصلة عملية تنقل من 1610 خلال 1710 أيضاً لاستخدام نطاق 1510-1610، وسوف لن يساعد استبدال النظائر بشكل ملحوظ في انتقال الألياف الأكثر من نطاق 1510-1610 نانو متر. بما أن محطة التضخيم نفسها التي تضخم النطاق 1610-1710 سوف تكون عبارة عن محطة لتضخيم النطاق 1510-1610، والتشغيل السليم على النطاق الأخير سوف يتطلب صيانة تباعد داخل المضخم 125 كيلو متر كما هو مطلوب حالياً. بالتالي، فإن التحسين الصالح للاستعمال فقط يكون عبارة عن توسيع النطاق الصالح للاستخدام الذي يمكن أن يرسل الإشارات. بعبارة أخرى، لا يتيح استبدال Si-30 بـ Si-28 وO-18 بـ O-16 فعلياً تمكين أي توفيرات بسبب الانخفاض في فقد الدليل الموجي، وحتى النطاق الموسع (بما في ذلك نطاق 1610-1710) ومن المرجح أن تكون مفيدة فقط في وصلات حيث يكون بها إشارات تقسيم طول موجي متعددة (WDM) تشغل بالفعل كل من عرض النطاق 1510-1610.

بالمثل، تصف الإشارة في براءة الاختراع 6,490,399 إلى ملخصات براءات الاختراع اليابانية، JP-A-60090845، طريقة لاستخدام شطف ديوتريوم لـ SiO_2 مسامي سابق التشكيل لاستبدال مجموعات OH- الحالية بمجموعات OD-، بالتالي تنقل مجموعات امتصاص (بما في ذلك 1400 نانو متر) إلى أطوال موجية أطول بكثير من 1710 نانو متر.

أيضاً، تم وصف تلك التقنية بـــ "المكلفة"، جزئياً بما أن مصنعي الألياف ينفذوا بالفعل عمل جيد لخفض محتوى –OH، جزئياً بواسطة تحسين متواصل لمعالجة Cl_2 حيث تم وصفها في براءة الاختراع 3,933,454، العمود 7، السطر 1 إلى 8، السطر 68.

مع ذلك، يشير ذلك فقط إلى أن طيف امتصاص –OH، بصفة خاصة عند 1400 نـــانو متـــر، انظر الشكل 2، يكون منخفض بشكل كافي بالمقارنة بأدنى خط "نشر Rayleigh"، انظر الشكل 3، حتى يتم تحقيق تحسين تقريباً بدون فائدة. يكون للاختراع الحالي، عن طريق خفض (جزئياً) تركيـــ

Si–29 بمقادير كبيرة، حتى عامل 50–100 أو أكثر، تأثير خفـــض كبيـــر لارتفـــاع "نشـــر Rayleigh" الأدنى بمقدار، كبير نسبياً، مما سوف يتيح استخدام فائق لشطف الـــديوتريوم (D_2) كما تم وصفه في JP–A–60090845.

لذلك، سوف يكون لتجسيد من اختراق خفض Si–29 الحالي بالمثل منافع غير متوقعة أخـــرى من كل من شطف ديوترومي (D_2)، بالإضافة إلى ذلك استبدال Si–30 بـــ Si–28، أو استبدال O–18 بـــ O–16، أو كلاهما. التنفيذ الكامل لهذه التعديلات قد يؤدي إلى دليل موجي بصري يحتوي على عرض نطاق انتقال من على الأقل 1230 نانو متر إلى حوالي 2000 نانو متر في فقد حوالي 0.01 ديسيبل/كيلو متر أو أقل، وحتى يمكن تحقيق انتقال عبر الأطلسي بـــدون أو، على الأكثر، بمحطة تضخيم واحدة.

تؤدي تلك المحاولة إلى تحويل الخط الذي يمثل "امتصاص IR" (انظـــر الشـــكلين 4 و5) إلـــى اليمين من هذه الرسوم البيانية. يكون لهذا التأثير لخفض الحـــد الأدنـــى للامتصـــاص، النـــاتج بواسطة مجموع "امتصاص IR"، "[نشر] Rayleigh"، و"UV" للخفض قليلاً، مع عرض النطاق الناقل الناتج الموسع إلى حدٍ ما.

يتعلق الاختراع الحالي، مع ذلك، ليس فقط بخط "امتصاص IR"، ولكن في الحقيقة أيضـــاً خـــط "نشر Rayleigh". انظر الشكل 10، خط مظلل طويل، مرمّز بـــ "نشر Rayleigh".

سوف يؤدي انخفاض في جودة مراكز نشر Si–29 بواسطة عامل "X" إلى خفض ارتفاع خـــط "نشر Rayleigh" بواسطة عامل ضمن النطاق من "X" ومربع جذر "X". سوف يـــؤدي ذلـــك، بالنسبة للعامل 33 انخفاض، إلى تركيز Si–29، فيما بين انخفاض عامل 33 ومربع جذر 33 (حوالي 5.9) في التوهين بسبب نشر تأثيرات Rayleigh. يؤدي ذلك بشكل كبير إلى خفـــض التوهين الكلي الواضح في النطاق 1310 نانو متر، بالإضافة إلى ذلك في أطوال موجية حتـــى

تقريباً 1650 نانو متر.

بالطبع، تتجمع توليفة من جزء من سمات براءة الاختراع 6,810,197، استبدال O-18 لـ O-16 في كل من النواة ومناطق العزل قرب النواة، والانخفاض الكبير في نسبة نظير Si-29 إلى وحتى عامل انخفاض 100 (إلى 0.0467% من Si-29 ذرة/ذرة) لإحداث انخفاض ملحوظ في التوهين الكلي بسبب مرور الإشارة خلال الدليل الموجي البصري.

يكون مؤلفي براءة الاختراع 6,810,197 تحت انطباع أن على الأقل بعض نظائر O-17 تكون ضرورية لتوفير منافع مفيدة، باستبدال مشترك باستخدام أكسجين-18 لغالبية أكسجين-16 الذي يمكن أن يوجد بشكل عادي في ألياف غير معدلة تناظرياً. انظر، على سبيل المثال، عناصر الحماية 1، 3، 4، و9 في براءة الاختراع 6,810,197.

على النقيض، يصف الاختراع الحالي وجود أو غياب نظير O-17، ولكن بنسب أقل بما يكفي من التداخل مع عناصر الحماية 6,810,197 أو براءات الاختراع أو الطلبات الأخرى.

سوف يكون الأشخاص على دراية بفن تصميم الدليل الموجي للألياف الضوئية، أي علماء ومهندسي الألياف الضوئية، قادرين على تحديد، لطول موجي لانبعاث معطى وقطر نواة، اختلاف معامل الانكسار الضروري لها لوظيفة مثل وسط نقل أحادي النظام، أو على نحو بديل على هيئة وسط نقل متعدد النظام.

يمكن تعديل معامل انكسار السيليكا المندمجة من قيمة توزيع النظير الطبيعي حوالي 1.46، إلى أي قيمة عملياً أقل من 1.0000، بناءً على الانخفاض في نسبة نظير Si-29 محققة. لذا، المثال السابق لمؤشرات الانكسار 1.015 و1.005 نموذجية وبدون تحديد.

تصف براءة الاختراع 6,128,928 المنافع المضادة لتحرير الأكسجين لإشابة صغيرة من أكسيد جيرمانيوم مضاف إلى العزل أو داخل منطقة العزل بالألياف البصرية. في ذلك السياق، مع ذلك، يكون تأثير رفع معامل الانكسار لنظير Ge-73 (الذي لم يعترف به مؤلف براءة الاختراع 6,128,928 كأغلبية كبيرة جداً من مصادر لزيادة تأثير مؤثر الانكسار) معيباً. يصف مخترع الاختراع الحالي، بدلاً من ذلك، إضافة **فقط** (أو كمية كبيرة) من ذرات الجيرمانيوم بدلاً من نظير ذرات Ge-73، للحصول على نفس فائدة براءة الاختراع 6,128,928 بدون رفع معامل الانعكاس. لم يصور مؤلف براءة الاختراع 6,128,928 بوضوح إمكانية استخدام عينة معدلة تناظرياً من أكسيد جيرمانيوم، بدلاً من عينة نظير طبيعي.

كان مخترع الاختراع الحالي يألف مبادئ البصريات والدلائل الموجية، الذي قد أخذ دورة في

الفيزياء رقم '8.03' عند MIT في سقوط 1977.

في أوائل 2007، يكون للمخترع فرصة لقراءة كتيب 1979 على السمات التقنية العالية جداً من مكون ألياف بصرية والاستخدام. في نوفمبر/ديسمبر 2008، كان للمخترع الفرصة لقراءة Corning Glass Works v. Sumitomo Electric U.S.A., both the district court case at 671 F. Supp 1369 (S.D.N.Y. 1987) و Federal Circuit appeal case at 868 F.2d 1251 (Fed.Cir. 1989). قدمت هذه المناقشة الواسعة جدا من تاريخ بحث وتفاصيل الألياف الضوئية لتصميمها وتكوينها.

يسعى المخترع أيضاً للحصول على قائمة للنظائر طبيعية الحدوث من كل عنصر، حوالي 256 في المجمل. يتكون السيليكون من حوالي 92% Si-28، 4.67% Si-29، و3.1% Si-30. يكون الجيرمانيوم حوالي 7.8% Ge-73. يمتلك النيوكليوتيد المعطى (نظير نواة) خاصية تسمى "التفاف" (فعلياً، "التفاف كهرومغناطيسي") إذا كان بها أي من عدد فردي من البروتونات أو عدد فردي من النيوترونات. بالتالي، نظائر السيليكون، فقط يكون لـ Si-29 (4.67% ذرة/ذرة) "التفاف"، وفقط Ge-73 (7.8% ذرة/ذرة) لها "التفاف".

يمكن اعتبار "الالتفاف" على هيئة تمايل سائد ناتج بواسطة حقيقة أنه يبقى نيكلون منفرد، غير مقترن موجود. يسبب ذلك اهتزاز النواة (المشحونة بشحنة موجبة)، يؤدي ذلك الإجراء في بعض الأحيان إلى تكوين نواة تشبه شريط مغناطيس صغير. يمكن أن يتم استخدام هذه الالتفاف في تحليل الرنين المغناطيسي النووي، والأكثر شيوعا باستخدام ذرات الهيدروجين-1، وفي التصوير بالرنين المغناطيسي. ويتم استخدام النظائر المشعة أيضا، في بعض الأحيان، على هيئة "تتبعات"، لمتابعة آلية التفاعلات الكيميائية.

من خلال قراءة حالة Corning، يعرف المخترع أن إضافة حوالي 8% (وزن/وزن) من الجيرمانيا (GeO_2) إلى السيليكا (SiO_2) يكون لها تأثير رفع معامل انكسار سيليكا نقية (عند 1.4584) إلى حوالي 1.466. ولكن لماذا، يتساءل المخترع، لم تفعل ذلك؟ يظهر لي أنه بما أن ذرات السيليكون وتكون فقط 4.67% المحتوية على زيادة ونقصان، واستبدال ذرات الجيرمانيوم كان 7.8% Ge-73، ويعتقد المخترع أنه الذرات التي يمكن أن تحتوي على التفاف كهرومغناطيسية هي السبب كامن حيث يكون للمواد معامل انكسار أكبر من أن الهواء أو الفراغ (1.000)، واتضح أن المخترع كان على حق. حتى ذلك الحين، قد فهم المخترع أن المخترع لا يعرف ما اذا كانت

ذرة Ge-73 معطاة لها تأثير أكبر، عموما، على معامل الانكسار من ذرة Si-29، ولكن هذا السؤال لم يستطع المخترع الإجابة عليه.

ولكن، يمكن إدراك أن Si-29 يمكن أن تكون السبب الكامن حيث يكون للسيليكا معامل انكسار فوق 1.000 يؤدي إلى عدد من الأفكار للنجاح السريع:

1. يمكن إضافة Si-29 إلى سيليكا، بدلاً من إضافة Ge02 إلى سيليكا، لزيادة معامل انكساره عن ذلك لمنطقة العزل.
2. يمكن خفض نسبة نظير ذرات Si-29 في منطقة العزل، بدلاً من زيادتها في النواة، وبالتالي تنتج التباين في معامل الانكسار الضروري للحصول على دليل موجي بصري وظيفي.

يكون أي من تلك الأفكار مفيداً، ولكن يمكن فقط أن يتم توفر زيادة صغيرة في الفائدة لصناعة تصنيع الألياف الضوئية. يمكن أن تؤدي أي فكرة إلى خفض بسيط في الفقد البصري فوق الألياف الضوئية المشابة بالجيرمانيا، ولكن في كلا الحالتين يمكن أن يبقى معامل السرعة قريب من 68% من c المميز للألياف البصرية الحالية.

ويبقى السؤال الكبير هو: كيف يمكن خفض معامل انكسار النواة والعزل وتبقى النواة والعزل تعمل على هيئة دليل موجة؟ بقدر ما هو معروف، يكون الحد الوحيد هو أنه من المستحيل خفض معامل انكسار مادة العزل إلى قيمة 1.0000، نفس قيمة الفراغ. وهكذا، باستخدام هكذا تغليف، يمكن أن يكون للنواة بشكل محتمل معامل انكسار حوالي 0.008 أكبر، وبالتالي يمكن أن يكون 1.0080.

يمكن أن يكون للألياف الناتجة معامل سرعة 1.008/1، أو 99.2% من c. يدرك المخترع أن ذلك يمكن أن يكون مفيداً جداً لمستخدمي الألياف الضوئية ليكونوا قادري على تعجيل الإشارات من معامل السرعة الحالي 0.68 إلى ما يقرب من 0.99. لم يكن المخترع على دراية باختراع الألياف الضوئية بمعامل سرعة 98-99% من c.

ولكن لم يكون من المدهش أنه توجد حاجة بسيطة لنظائر من عناصر مختلفة وبالتالي العلوم والصناعة فقط تحاول بشكل نادر لفصل نظائر نفس العنصر.

في مجال الكيمياء، يتم استخدام بقايا (مستقرة) من مواد كيميائية مرمزة تناظرياً لتحليل التفاعلات الكيميائية.

تم منح ثلاث براءات اختراع في الإطار الزمني أوائل عام 2000، واحدة لـــ Deutsche Telekom واثنين لـــ Corning، حول هذا الموضوع للتعزيز المستقر للنظائر. ولكن كانوا يتحدثون فقط عن نسب النظائر حول تعديل Si-28 مقابل Si-30، أو 16-0 مقابل 18-0، وإلى مدى أصغر 16-0 مقابل 17-0. لم يتم النظر في Si-29 ببساطة.

توجد آلية لتوليد مادة الإنتاج المعدلة تناظرياً الضرورية (SiC14؛ سيليكون تترا كلوريد) بالفعل. انظر ("Silicon Kilogram Project" (Google "Silicon Kilogram Sphere". وهي تقسم مادة الإنتاج المحتوية على السيليكون المنفصلة (التي تكون بشكل محتمل إما سيلان (SiH_4) أو سيليكون تترا فلوريد (SiF_4))، في جهاز طرد مركزي للغاز روسي، وتحويلها إلى سيليكون أحادي البلورة بعد ذلك. بديلاً عن ذلك، يتطلب الاختراع الحالي السيلان أو السيليكون تترا فلوريد المحول إلى SiC14، الذي يمكن استخدامه مباشرةً كمدخلات لعملية تصنيع الألياف البصرية من نفس النوع الذي قدمه Corning للحصول على براءة اختراع في 1976.

يمثل تطوير مادة ناقلة بصرياً ودليل موجي له معامل انكسار منخفض جداً تحسين في الفنون البصرية ويرضي الحاجات المدى البعيد لمهندسي البصريات.

الكشف عن الاختراع

يكون ذلك الاختراع هو إصدار معدّل بالنظير من السيليكا (SiO_2) يكون لها معامل انكسار بأي طريقة أقل من القيمة الطبيعية 1.4584. يعني ذلك أن سيليكا بنسبة نظير طبيعية تنقل الضوء بسرعة (1.4584/1) لـــ c، حيث يتم تعريف c على هيئة سرعة الضوء في الفراغ. (يكون للفراغ معامل انكسار 1.0000 تماماً، بواسطة التعريف). تكون سرعة الضوء في الفراغ حوالي 299.700 كيلو متر/ثانية. ينتقل الضوء خلال الهواء عند حوالي 0.999 c. يوضح الرسم في الشكل 1 إصدار 1989 من Encyclopedia Britannica, Macropedia, Volume 23, pages 665-666. تمثل المنطقة الأكثر رقة، وأكثر دكانة الزجاج البصري التي تكون متوفرة في 1880. يمكن رؤية أنه لا يوجد أي زجاج معروف متوفر في 1880 باستخدام معامل انكسار أقل من حوالي 1.45. منذ 1934، تقدمت التكنولوجيا إلى مدى (انظر المنطقة غير المظللة المرمّز بـ "ضوئي عادي") حيث تتضمن الزجاج بمعامل انكسار منخفض يبلغ 1.40.

يوضح باقي الشكل (ضوء ملون) أنواع مختلفة من الزجاج "مطورة منذ 1934". من ذلك، يشتمل الزجاج "فلوروفوسفات" و"فلوريد" على مناطق بمعامل انكسار حوالي 1.32. يكون

السبب أن الزجاج المتوفرة حاليا لم يكن له معامل انكسار أقل من 1.4584 هو أنه، متوسطة وكبيرة، تصنع من النظائر الطبيعية نسبة السيليكا. بصورة أخرى تحتوي كمية Si-29 على 4.67% طبيعة من كل ذرات السيليكون، (ذرة/ذرة). وقد اكتشف المخترع أنه تقريبا في الغالب Si-29 (و، بنسبة أصغر بكثير، و17-O) حيث يكون المسؤول عن حقيقة أن معامل انكسار سيليكا لا يكون أكبر من 1.0000. العلماء والمهندسين لا يدركون هذا، لأنهم تقريبا لم ينظروا في تعديل نسبة نظائر المواد. حيث تكون السيليكا التي يروها دائما يكون بها نسبة Si-29 من 4.67% ذرة/ذرة. يمكن أن تكون السيليكا بمعامل انكسار 1.02 إذا كان بها نسبة نظائر 0.20% Si-29، ذرة/ذرة. يمكن تكوين السيليكا بمعامل 1.01 إذا كان بها نسبة نظائر 0.10% Si-29، ذرة/ذرة، الخ. لا يكون التأثير خطي بالضبط: تم اختيار هذه القيم لأغراض التوضيح.

بتحديد أكثر، يتعلق الاختراع الحالي بدليل موجي بصري يتضمن سيليكا حيث يوجد بنسبة التناظرية متغيرة في، وعادةً مستنفدة بشدة من، نظير السيليكون Si-29. سوف يؤدي خفض كبير لنسبة تناظر Si-29، من 4.67% (ذرة/ذرة) الموجودة عادةً في الطبيعة، بواسطة عامل حوالي x50 (إلى حوالي نسبة تناظرية 0.093% Si-29) إلى سيليكا مندمجة بمعامل انكسار تقريباً 1.010. هذه التناقضات لمعامل انكسار 1.46 الموجود في سيليكا مندمجة بنسبة نظير طبيعية. يتمثل هدف ذلك الاختراع في توفير دليل موجي بصري بتحسينات نوعية بكفاءة دليل موجي، بما في ذلك:

1. عامل سرعة إشارة قابلة للضبط إلى قيمة عالية فوق قيمة 0.67 ترتبط بشكل طبيعي بالسيليكا بمعامل انكسار 1.46 (1.46/1 = 0.67). يجب أن تكون معامل السرعة هذا قابل للتعديل حتى على الأقل 0.995، مما يعني أن الإشارات البصرية سوف تستعرض منطقة النواة بسرعة 99.5% c. مسافات الضوء خلال الماء النقي عند حوالي 0.750 c. ينتقل الضوء خلال الأنواع العادية من الزجاج عند حوالي 66 % c. بالتالي، سوف تكون إشارات البيانات قابلة للانتقال حوالي 1.5 مرة أسرع منها في الوضع العادي، الألياف البصرية من التقنية التقليدية.
2. انخفاض كبير جداً في الفقد البصري من 0.191-0.200 ديسيبل/كيلو متر الموجود عادةً في ألياف سيليكا مشابة بجيرمانيا، وأيضاً من 0.160 ديسيبل/كيلو متر الظاهر نمطياً في ألياف نواة السيليكا غير المشابهة. سوف يكون ذلك الانخفاض على الأقل عامل 5، وربما فوق أيضاً عامل 50 بتعديلات نظير تمت إضافتها. إذا تم الوصول إلى

القيمة الأخيرة، وبالتالي تحقيق قيمة فقد 0.0032 ديسيبل/كيلو متر، فإنه يمكن نقل إشارات الألياف عبر المحيط الأطلسي بإعادة تضخيم مرتين، أو مرة، أو حتى بدون إعادة تضخيم وسطة. يمكن أن يغطي خفض نشر Rayleigh معظم نطاق 500نانو متر–1650نانو متر.

3. الانخفاض الكبير في تشتت لوني وتوسيع نبضة، يتناسب مع الانخفاض في الفقد البصري، لتضمين معظم الأطوال الموجية المرئية 400–700 نانو متر، بالإضافة إلى ذلك معظم الأطوال الموجية تحت الحمراء 700–1650 نانو متر.

في أحد التجسيدات، يمكن تجميع خفض معامل انكسار العزل إلى حوالي 1.005 بمعامل انكسار للنواة عند 1.015، مما ينتج معامل سرعة حوالي 0.985، مما يعني أن إشارات البيانات يمكن أن تنتقل بسرعة حوالي 98.5 % تحرك ضوء في الفراغ. يتم تحقيق الاختلاف في معامل الانكسار بين النواة والعزل في ذلك التجسيد الخاص بواسطة على الأقل أربع آليات:

1. انخفاض في نسبة تناظر Si–29 في منطقة النواة سيليكا إلى حوالي 4.67%/30، بالرغم من تغيير نسبة تناظر Si–29 في منطقة العزل إلى حوالي 4.67%/100.

2. انخفاض في نسبة تناظر Si–29 في كلاً من النواة ومناطق العزل إلى حوالي 4.67%/100، أثناء إضافة بعض نظائر Ge–73 (أو نسبة أكبر من نظير الجيرمانيا الطبيعي) لزيادة معامل الانعكاس إلى 1.015.

3. انخفاض في نسبة تناظر Si–29 في كلاً من النواة ومناطق العزل إلى حوالي 4.67%/100، أثناء الإضافة بنسبة ذرات نظير أكسجين–17، فوق نسبة 0.038% الموجودة في الطبيعة، كافي لرفع معامل انكسار النواة إلى مستوى كافي لحفظ تأثير دليل موجي ملائم.

4. انخفاض في نسبة تناظر Si–29 في كلاً من النواة ومناطق العزل إلى حوالي 4.67%، أثناء الإضافة إلى منطقة النواة كمية من كلاً من نظير أكسجين–17 ونظير جيرمانيوم–73 (أو كل من نظير ذرات أكسجين–17 وبعض الجيرمانيا التي تحتوي على نسبة كبيرة من تناظرية جيرمانيوم–73) كافية لرفع معامل انكسار النواة إلى مستوى كافي لحفظ تأثير دليل موجي ملائم.

في تجسيد آخر، يتم ضبط نقاط ضبط معامل الانعكاس للنواة ومناطق العزل إلى قيم مختلفة، ولكن تبقى العلاقة بحيث يعمل الاختلاف على تنفيذ آثار دليل موجي. يمكن ضبطها، على سبيل

المثال، إلى نواة معامل انكسار 1.04 وعزل معامل انكسار 1.03.

يخفض ذلك الاختيار المتطلبات لتنقية عينة نظير مادة منتجة. تتطلب منطقة النواة فقط أن يتم تصنيعها من ذرات السيليكون ذات محتوى Si-29 منخفض إلى عامل 12 مرة أقل من 4.67% ذرة/ذرة الموجود في العينات الطبيعية، حيث تتطلب منطقة العزل فقط أن يتم تصنيعها من ذرات السيليكون ذات محتوى Si-29 المنخفض إلى عامل 17 أقل من 4.67% ذرة/ذرة من نظير ذرات Si-29.

في تجسيد آخر أيضاً، يتم تكوين كلاً من النواة ومناطق العزل في الغالب بالكامل من جيرمانيا (GeO_2) حيث تكون معدلة تناظرياً لخفض النسبة العادية لنظير ذرات Ge-73 بواسطة عامل 100 و300، على التوالي (100/%7.8 و300/%7.8 ذرة/ذرة، على التوالي، مناظرة للبند 1، أعلاه). بالمثل، في تجسيد آخر، يتم تكوين كل من النواة ومناطق العزل بالكامل في الغالب من جيرمانيا حيث تكون معدلة تناظرياً لخفض النسبة العادية من Ge-73 إلى عامل 300 أقل (300/%7.8) ولكن عند رفع معامل انكسار النواة بواسطة إضافة أي من إشابة صغيرة من ذرات Si-29 أو من نظير ذرات O-17، أو كلاهما.

في تجسيد آخر، ولخفض كمية المادة المعدلة تناظرياً التي يجب استخدامها، يتم تكوين منطقة النواة لتكون محاطة، مباشرةً، بواسطة منطقة عزل داخلية، وبعد ذلك منطقة عزل خارجية، باحتمالية أن المادة المستخدمة في منطقة العزل الخارجية سوف تكون مستنفدة لدرجة أقل في نظائر S9-29. على سبيل المثال، يمكن ضبط النواة إلى معامل انكسار 1.015، يمكن ضبط العزل الداخلي إلى معامل انكسار 1.005، ويمكن عمل العزل الخارجي باستخدام نسبة نظير Si-29 (أو، على نحو بديل، Ge-73) مطابق لـ أو أقرب لـ 4.67% ذرة/ذرة (لـ Si-29) أو لـ 7.8% ذرة/ذرة (لـ Ge-73) نسب من تلك الأنواع الموجودة في نسب النظر المتعادلة في عينات أرضية. سوف تميل طريقة التكوين إلى تقليص تكلفة المادة المستخدمة. يلاحظ، مع ذلك، أنه في تلك التقنية يجب أن يكون قطر الوصلة التغليف الداخلي/العزل الخارجي أكبر بشكل كافي من قطر واجهة النواة/العزل الداخلي، لضمان أنه أكثر من نسبة مقبولة للضوء يمكن أن "تفقد" في منطقة العزل الخارجية وتتلاشى، بالتالي زيادة التوهين الكلي للألياف. سوف يكون شخص ماهر في فن هندسة وعلوم الألياف الضوئية قادراً على التوقع الإحصائي، والتأكيد بشكل منفصل بواسطة التجربة، حيث يكون القطر الخارجي لمنطقة العزل الداخلية أكبر بشكل كافي من قطر منطقة النواة إلى فقد أقل إلى مستويات مقبولة.

مصدر المواد المعدلة تناظرياً

يتم اشتقاق السيليكا من مواد منتجة تتضمن السيليكون مستنفذة في نظير ذرات Si-29. يمكن أن تكون المواد المنتجة التي تتضمن السيليكون من ثلاث أنواع على الأقل:

1) محسّن في نسبة تناظرية ذرات نظير Si-28 إلى تقريباً 99.5% ذرة/ذرة، ومستنفد في ذرات نظير Si-30 إلى كمية صغيرة جداً أو مهملة: يمكن توقع ذلك التوزيع التناظري من حصيلة الطرد المركزي للغاز، باختيار جزيئات الضوء، SiF_4 أو SiH_4.

2) محسّن في نسبة تناظرية ذرات نظير Si-30 حوالي إلى 90% ذرة/ذرة أو أكثر، ومستنفد في ذرات نظير Si-28 إلى 10% أو أقل. يمكن أن يكون ذلك عبارة عن منج حصيلة طرد مركزي للغاز أيضاً، باختيار الجزيئات الثقيلة...

3) مستنفد في نسبة تناظرية نظير ذرات Si-29 من النسبة الطبيعية لـ 4.67% ذرة/ذرة، ولكن بصورة أخرى لا تتغير بشكل كبير النسبة النسبية لـ Si-28 وذرات نظير Si-30.

في كل من تلك الأمثلة يتم ضبط نسبة Si-29 إلى قيمة محسوبة لتحقيق معامل انكسار خاص مخصص لمادة السيليكا.

بالنسبة لتجسيد مفضل نمطياً، استخدام سيليكا بتوزيع تناظري لذرات السيليكون باستخدام حوالي 0.1% نظير ذرات Si-29، الاختلاف الرئيسي بين 90%+ تناسق نظير Si-30، البند 2 أعلاه، و99.5% تناسق نظير Si-28، سوف يؤدي إلى نطاق مرور عريض لانتقالات أشعة IR عند أطوال موجية بكمية زائدة 1600 نانو متر. لا يمكن توقع المدى المعين لطيف الانبعاث الأعرض وأشكال الفقد بسهولة قبل تكوين الألياف، ولكن سوف يكون من المفهوم أن تلك الترددات المفيدة، بصفة خاصة عند فقد أيضاً تحت 0.1ديسيبل/كيلو متر، تم توقعها بواسطة فن الدليل الموجي البصري السابق. سوف يكون من المفهوم أيضاً أن تلك الترددات المفيدة الإضافية لم يتم تقديمها، أو توقعها، أو تجميعها بواسطة نطاقات الانتقال من حوالي 1400 نانو متر حيث تكون مفيدة بشكل مساوي بسبب الانتقالات الأقل فقد بشكل فائق.

ويمكن تحقيق تقديراً لأهداف أخرى وأهداف هذا الاختراع وفهم شامل وأكثر اكتمالا من ذلك بالإشارة الى الرسومات المرفقة ودراسة الوصف التالي لأفضل طريقة لتنفيذ الاختراع.

الوصف المختصر للرسومات

الشكل 1 عبارة عن رسم لمعامل انكسار، *n*، مقابل معكوس قدرة التشتيت، *v*، للنطاق من الزجاج البصري. من Glass in the Modern World by F.J. Terence Maloney, 1968, Doubleday & Company, Inc.

الشكل 2 إعادة تقديم للمنشور 2003/0002834 الشكل 1

الشكل 3 إعادة تقديم لبراءة الاختراع 6,490,399، الشكل 1.

الشكل 4 إعادة تقديم لبراءة الاختراع 6,810,197، الشكل 4.

الشكل 5 إعادة تقديم لبراءة الاختراع 6,810,197، الشكل 5.

الشكل 6 إعادة تقديم لبراءة الاختراع 6,810,197 الشكل 9

الشكل 7 إعادة تقديم لبراءة الاختراع 6,810,197 الشكل 12.

الشكل 8 إعادة تقديم لبراءة الاختراع 6,810,197 الشكل 10

الشكل 9 إعادة تقديم لبراءة الاختراع 6,810,197 الشكل 11

الشكل 10 إعادة تقديم لبراءة الاختراع 6,810,197، الشكل 2.

أفضل نظام لتنفيذ الاختراع

منافع الاختراع

بسبب توافر مواد الزجاج بمعامل انكسار منخفض حتى 1.001 عن طريق خفض محتوى Si-29 من 4.67% الطبيعي ذرة/ذرة إلى حوالي 0.01%، أو حتى أقل، يمكن أن يكون معامل انكسار النواة في دليل موجة تقريباً 1.001-1.002، وبالتالي يمكن أن يكون "معامل السرعة" للإشارات المنقولة خلال تلك الألياف على الأقل مرتفع حتى (1.001/1)، أو 99.9% c.

تستخدم كابلات الألياف البصرية الحالية دلائل موجية تعمل مع عامل سرعة حوالي (1.47/1)، أو 68% من 'c'. يمكن نقل إشارة مسافة حوالي 6,000 كيلو متر، تقريباً طول الكابل بين طول الكابل بين نيويورك ولندن، في غضون تأخير في اتجاه واحد من حوالي 36 مللي ثانية. حتى استخدام الطريق المقترحة حاليا المصممة لتكون أكثر استقامة وأكثر مباشرة، على مسافة كابل 5000 وتأخير في اتجاه واحد من 30 مللي ثانية هو الحد الأدنى الذي يمكن أن توفره التكنولوجيا الحالية.

مع ذلك، يؤدي تحويل الألياف إلى أخرى حيث يكون لها عامل سرعة 99.5%، بدلاً من القيمة

النمطية هنا 68%، إلى تأخير في اتجاه واحد على النظام الأطول لحوالي 3/2 من 36 مللي ثانية أو 24 مللي ثانية. سوف ينتج استخدام تلك الألياف الأسرع على النظام الأقصر، التي يتوقع أن يكون لها تأخير أحادي الاتجاه 30 مللي ثانية باستخدام كامل عادي، تأخير أحادي الاتجاه 3/2 مرة 30 مللي ثانية، أو 20 مللي ثانية.

يكون نوع الاختراع في تأخير الإشارة مهماً لتداخل الفيديو في الزمن الفعلي، استجابة الخادم، البحث بقاعدة بيانات، ألعاب الإنترنت، واتصالات الهاتف أقل كمون بصفة عامة. سوف يسمح ذلك أيضاً بوضع قاعدة البيانات والخدمات الأخرى بعيداً عن المستخدمين بنفس التأخير.

سوف يتأثر السوق المالي، مثل أسواق الأوراق المالية، بشكل خاص. يمكن أن يؤدي التأخير الإضافي لأجزاء قليلة من الثانية، بكل وسيلة، إلى تكلفة شركة تداول الأسهم عشرات الملايين الكثيرة من الدولارات شهريا. انخفاض بواسطة عامل 3/2 من التأخير بين نيويورك ولندن، أو بين نيويورك ولوس أنجلوس، من 36 إلى 24 مللي ثانية أو حتى 20 مللي ثانية وربط بشكل وثيق ليس فقط بلد واحد، ولكن في نهاية المطاف حول العالم.

ألعاب الأنترنت لها استخدام آخر. وحالياً، يمكن أن يكون اثنين من المستخدمين الموجودين في، مثلاً، نيويورك وسيدني، أستراليا، مؤمنين في المصارعة الرقمية (بدون دماء)، وأجهزة الكمبيوتر الخاصة بهم مع التعلم فقط 100 مللي ثانية في وقت لاحق ما فعله للفريق الخصم. تكون هذه التأخيرات، بالرغم من أنها تبدو صغيرة، محسوسة جدا وتؤثر بشكل كبير على تدفق الألعاب. وخفض عامل 3/2، من 100 مللي ثانية إلى 67 مللي ثانية، وسوف يوفر تأخير الرابط في اتجاه واحد أدنى تأخير محتمل نظرياً.

منافع الفقد البصري

منذ فترة طويلة تم قبول الفقد البصري الأدنى لدليل موجة بنواة سيليكا نقية عند أدنى فقد حوالي 1560 نانو متر يبلغ 0.151 ديسيبل/كيلو متر. تم تغيير ذلك إلى حدٍ ما بإمكانية استبدال Si-30 بـ Si-28، واستبدال O-18 بـ O-16. ولكن، لا تزال التحسينات إلى أقل من 0.10 ديسيبل/كيلو متر تبدو صعبة التحقيق ومكلفة جداً.

يقوم الاختراع الحالي، من خلال خفض Si-29 بواسطة عوامل 50، 100، أو أكثر، بخفض الفقد البصري بواسطة عامل 10، ومحتمل أيضاً عامل 100 أو أكثر. يسمح ذلك بتحقيق اتساع أقل تكرار 5000 كيلومتر أو أكثر.

منافع زيادة عرض الموجة البصرية

يزيد عرض النطاق البصري الحالي، بين 1510 و1610 نانو متر، مع الاختراع الحالي، إلى على الأقل 1450 نانو متر خلال 1800 نانو متر، وتقريباً 1230 نانو متر إلى 2000. في حين سوف تنتظر الاستفادة الكاملة من بعض هذه الأطوال الموجية إنتاج ليزر إرسال مناسب وكواشف، وينبغي أن يكون الجزء الكبير من هذه المنطقة الجديدة للإرسال متوفراً في الغالب فوراً. في أي حال، يمكن تثبيت هذه الألياف ذات القدرات الجديدة على الفور، تعمل في نطاق 1510–1610 التقليدي، وفي عروض موجة موسعة مع توافر المستقبلات والمرسلات.

مع ذلك، توجد قيمة منخفضة فقط في أنها تكون قادرة على زيادة عرض موجة نقل الألياف البصرية من 1510–1610 نانو متر لتتضمن، مثلاً، النطاق 1610–1710 نانو متر، مثل براءة الاختراع 6,810,197، بدون مطابقة مضخمات الألياف التي (إن وجدت) تضخم عرض النطاق الإضافي. تقوم مضخمات الألياف المعتمدى على إربيوم بتضخيم تقريباً في منطقة 1520–1565 نانو متر عرض نطاق، مما يجعلها منطقة الإرسال الرئيسية. في حين أنه سيكون من الممكن الكشف وإعادة إرسال هذه الإشارات في كل مضخم، وسيكون هذا مكلفاً ويضفي عدم إشغال لعرض النطاق الاضافي. ويمكن أن يكون من الأرخص تركيب الألياف الإضافية لتحقيق سعة أكبر.

إذا، بدلاً من ذلك، يمكن أن يكون عرض النطاق هذا ليس فقط متوفر، ولكن أيضاً متاح بفقد تقريباً 0.01–0.02 ديسيبل/كيلو متر؛ يمكن استخدام نطاق أكثر اتساعاً، وحتى بدون استخدام أي مضخمات ألياف على الإطلاق (أو، في الغالب، كشف واحد ومضخم إعادة إرسال عند تقريباً نقطة متوسطة من الأطلسي).

يمتد عرض النطاق الذي يمكن استخدامه بواسطة الاختراع الحالي من حوالي 1430–1750، حوالي 320 نانو متر، سبع مرات أوسع من 45 نانو متر من نطاق 1520–1565 نانو متر، ويمكن أن يكون لاستخدام توزيع نظير عادي من Si–28 مقابل Si–30، وO–16 مقابل O–18. عن طريق استخدام تقريباً كل Si–30، بالإضافة إلى تقريباً كل O–18، يزيد عرض النطاق المتوفر إلى 1430–2000 نانو متر، أو 570 نانو متر، حوالي 13 مرة أوسع من النطاق 1520–1565 نانو متر.

معامل انخفاض بمصدر مادة منخفض إلى حدٍ كبير

سوف يؤدي انخفاض كبير في نسبة نظير ذرات Si–29 في مادة الدليل الموجي إلى انخفاض

كبير يناسب التشتت الكلي للدليل الموجي البصري كما تم تصنيعه. انظر الأشكال 6 و7. سوف يبقى جزء من التشتت يمكن أن تعزى إلى الدليل الموجي نفسه (انظر الشكل 8) بالمثل مشابهاً، ويمكن اختيار التشتت الجانبي لمعادلة، أي تشتت كلي يمكن أن يبقى بعد اكتمال عمليات تعديل النظير الأخرى. سوف يكون شخص يعرف فن تصميم الدليل الموجي للألياف البصرية قادراً على تحديد الاستبدالات المختلفة للنواة مقابل العزل الذي سوف يحقق مستوى التشتيت المطلوب.

يتوقع ذلك الاختراع دليل موجي بصري معاد تصميمه، بانخفاض كبير في نسبة تناظر Si-29 في النواة ومناطق العزل (تقريباً بين 3x و100x خفض نسبة Si-29 من 4.67% ذرة/ذرة طبيعية من كل ذرات السيليكون الموجودة)، مما سوف ينتج تغيير كبير من المنحنى في القيمة "المادة [D[ispersion (نواة)"، مناظر للشكل 6، وتغيير أصغر بكثير (إن وجد) في المنحنى في "الدليل الموجي [D[ispersion"، مناظر للشكل 8، السمة D، مجمعة مع " نواة O-8/عزل O-16"، مناظر للشكل 9.

بصورة أخرى، سوف يعوض الخط المرتفع الأحادي والمستقيم من الخط 4 على الشكل 9، جزئياً، للخط (الخطوط) الهابط المفرد والمستقيم من الخطوط 1-4 في الشكل 8. يمكن تجميع بقايا إضافة تلك القيم مع منحنى Si-29 منخفض، يناظر الشكل 6، السطر 4، حيث يمكن توقعه بأنه بميل أقل بُعداً من ذلك في براءة الاختراع 6,810,197.

سوف يكون التشتت الكلي، المنتقى بدقة، المناظر لـ "إجمالي [D[ispersion" من الشكل 7، عبارة عن المجموع الخطي لـ "تشتت المادة]"، "الدليل الموجي [D[ispersion"، و"السمة [D[ispersion"، ويمكن أن يكون أقل من قيمة 1.0 بيكوثانية/نانو متر/كيلو متر، حيث يكون انخفاض كبير جداً من قيمة حوالي 20 بيكوثانية/نانو متر/كيلو متر عند طول موجي 1.6 ميكرون على النظير العادي لـ "نواة O-16/عزل O-16" الموضح في الشكل 7.

يألف علماء ومهندسي الدليل الموجي للألياف البصرية الطويلة الحاجة للاستخدام ولتعويض تشتت الألياف (DCF). تكون الأغراض من هذه الألياف، والتي تستخدم في أطوال قصيرة نسبيا (بالمقارنة مع مئات أو آلاف الكيلو مترات من الوصلات البصرية الحالية في الدليل الموجي النموذجية) هي معارضة، وبالتالي مواجهة وتحييد بالكامل أو جزئيا، في تغيير وقت وصول الأجزاء متفاوتة الطول الموجي للإشارة الضوئية المعينة. يمكن أن يكون استخدامها حرجاً للقدرة على تحقيق أقصى معدل بت (من الناحية الفنية، معدل الرمز) يعطى ربط البيانات الفعلي الذي يمكن حمله. ويكون السبب هو أن التشتت يميل إلى الطمس، في الوقت، الفترة

الزمنية لنقل الإشارات الضوئية التي تكون بت معين.

على سبيل المثال، يعرض معدل رمز 40 جيجابيت/ثانية (40 مليار بيت لكل ثانية) زمن بيت (40,000,000,000/1) = 25 بيكوثانية، إذا كان بت واحد موجود في كل إشارة رمز بصري. يكون هذا المعدل، 40 جيجابيت/ثانية، هو معدل البيانات المتاحة تجاريا الأسرع المستخدمة في معظم وصلات البيانات المثبتة مؤخرا (أو محدثة). ولكن، من غير المجدي كثيرا أن يكون هناك كشف بصري قادر على كشف 25 بيكو ثانية من الحد الأدنى لإشارة الوقت، إذا تم نشر بت (رمز) في الوقت، مثلاً، 50 بيكوثانية أو أكثر. بما أن عرض نطاق الطول الموجي البصري من 40 إشارة جيجابت/ثانية سيكون تقريبا ما لا يقل عن 0.3 نانو متر، وفقا لقانون فوريه Fourier، يمكن للألياف التقليدية بدون تعويض مع تشتت 20 بيكوثانية/ نانو متر/كيلو متر أن تضيف طمس ناجم عن التشتت في وقت 25 بيكوثانية بعد طول ألياف حوالي أربعة كيلو متر. يمكن، لذلك، رؤية أن التعويض عن هذا التشتت أمر ضروري للسماح بالصيانة 40 جيجابيت/ثانية حتى لمسافات قصيرة من الألياف.

بالرغم من استيعاب وظيفة كبيرة من تشتت الألياف البصرية حالياً بمنتجات استيعاب المشتت، يميل اكتمال أي تعويض مثل هذه إلى أن يقتصر على أقل من 100%. وبالتالي، كلما كانت الألياف الرئيسية أفضل (كلما انخفض تشتت خط الأساس)، كان ذلك أفضل في نهاية المطاف كما تم تعويضه يمكن توقع حدوث تشتت الرابط البصرية. يتوقع الاختراع الحالي خفض تشتت الألياف غير المعاوضة الأصلية، بواسطة عامل 10 مرات أو أكثر يوفر احتمال تحسين مشابه في صورة معاوضة في تشتت منفرد.

يمكن أن يستخدم الاختراع الحالي التقنيات من براءة الاختراع #4,435,040

يكون من الموقع أن الدلائل الموجية مع ذلك الاختراع سوف تكون قادرة أيضاً على استخدام عمليات بعازل مزدوج موصوفة في براءة الاختراع الأميركية #4,435,040، مع اقتباسات وتعديلات معينة. أولاً، يجب تذكر أنه في دلائل الموجة التقنية الحالية، يكون للنواة والعزل مؤشرات الانكسار قريبة جداً لتلك لتوزيع النظير الطبيعي للسيليكا، 1.46. يتم تقسيم الطول الموجي المادي للإشارة البصرية في ذلك الدليل الموجي، على سبيل المثال، 1510 نانو متر بواسطة 1.46، أو تقريباً 1050 نانو متر. على النقيض، في دليل موجي له مؤشر إنكسار يكون حوالي 1.01، يكون الطول الموجي المادي في ذلك الدليل الموجي 1510 نانو متر/1.01، أو حوالي 1495 نانو متر. بما أن سلوك الموجة داخل الدليل الموجي يعتمد على

حجم الدليل مقارنةً لتلك الموجة البصرية، يكون من المتوقع أن أبعاد مكونات الدليل الموجي مثل النواة والعزل سوف يتم ضبط حجمها إلى عامل حوالي 1.01/1.46، أو 1.45، أكبر من ألياف التقنية الحالية، كل منها على قدم المساواة.

عندما، على سبيل المثال، تصف براءة الاختراع 4,435,040 قطر نواة مؤثر أكبر من 4x2 ميكرون، أو 8 ميكرون، يمكن تحويل ذلك إلى قطر نواة 8 ميكرون × 45:1، أو حوالي 11.6 ميكرون. بالمثل، متى تصف براءة الاختراع 4,435,040 حوالي عامل بين 0.5 و0.8 اختلاف بين نصف قطر النواة ونصف قطر التغليف الداخلي، سوف تعمل تلك العوامل على 11.6 ميكرون، مما يؤدي إلى OD العزل الداخلي حوالي 23.2 ميكرون و14.5 ميكرون.

تتوقع براءة الاختراع 4,435,040 أيضاً أن سمك منطقة العزل الخارجية يجب أن يكون بين عامل حوالي 6 و8 أكبر من نصف قطر النواة، أو (6–8) × (5.8 ميكرون)، أو بين 34.8 و46.4 ميكرون، حيث يمكن أن تجعل OD منطقة العزل الخارجية 11.6 + 2(34.8 إلى 46.6) أو بين 81.2 إلى 104.8 ميكرون. يسمح لخارج منطقة العزل الخارجية أن تكون منطقة عزل أخرى أيضاً، ربما باستخدام معامل انكسار يساوي ذلك للسيليكا العادية، أو 1.46.

يتمثل احتياط آخر في أن براءات اختراع كثيرة مثل 4,435,040 تشير إلى تغيرات في نسبة معامل انكسار مادة، على سبيل المثال "0.1% إلى 0.6%" بقيمة حيث يمكن توقعها لتكون بالقرب من نظير السيليكا الطبيعي، أو 1.46. يتم تحويلها إلى تغيير 0.1% مرة 1.46، أو اختلاف 0.00146، إلى 0.6% من 1.46، أو حوالي 0.00876.

ولكن عندما تكون مادة السيليكا معدلة بالنظير إلى خفض كبير بمحتوى Si–29، على سبيل المثال إلى حوالي 100/1 من 4.67% الطبيعية ذرة/ذرة من Si–29، وبالتالي معامل انكسار تقريباً 1.005، لا يكون من الممكن خفض القيمة (1.005) بواسطة 0.00876: معامل انكسار مواد متجانسة حقيقية، يمكن أن تكون أقل من الفراغ، أو 1.0000. لذلك، لا يمكن استخدام تغيرات بالنسبة المئوية في المرجعة لحث الانكسار (مثل 0.1% إلى 0.6%) حرفياً، يجب تحويلها لعكس ما هو مقرر بشكل ملائم، اختلاف في قيمة معامل الانعكاس العددية فوق تلك 1.000. يمكن توقع أن شخص ماهر في الفن يمكن أن يحول تصميم دليل موجي بصري بشكل ناجح المبادئ المقررة أصلياً لما يقارب من مواد معامل 1.46 ليتم التطبيق على مواد جديدة بإشارة لأقرب 1.00.

معامل انكسار السيليكا المندمجة كدالة

من نسبة تناظرية نظير ذرات Si-29

كما هو مشار إليه أعلاه، سوف يتغير معامل انكسار السيليكا مع تغير نسبة تناظر سيليكون-29 من نسبة قيمتها العادية (كما هو موجود في الطبيعة) 4.67% ذرة/ذرة. حتى يتم احتساب معامل انكسار سيليكا لنسبة معطاة من Si-29، يتم استخدام الصيغة التالية:

معامل (سيليكا) = SQRT (1+ (1.131(نسبة Si-29 ذرة/ذرة)/4.67%))) جدول المثال لمعامل انكسار زجاج السيليكا المندمجة:

النسبة التناظرية لنظير Si-29 (ذرة/ذرة)		معامل الانكسار زجاج السيليكا المندمجة
%0.467	(10/1 من الطبيعي)	1.056
%0.0467	(100/1 من الطبيعي)	1.0056
%0.117	(40/1 من الطبيعي)	1.0140

هذه الأرقام تتجاهل المساهمة صغيرة بواسطة محتوى الأكسجين-17 إلى المعامل الكلي لزجاج الكوارتز المندمج.

يكون الاختلاف في معامل انكسار السيليكا المندمجة بمحتوى Si-29 40/1 من القيمة الطبيعية، والسيليكا المندمجة بمحتوى Si-29 100/1 من القيمة الطبيعية: 1.0140-1.0056 = 0.0084

يكون ذلك الاختلاف تقريباً مساوي لاختلافات معامل الانعكاس المستخدمة بواسطة دلائل موجية بصرية بنظام منفرد نمطية. يتبع ذلك أن دليل موجي بصري يمكن أن يكون مكون باستخدام منطقة نواة تتضمن السيليكا النقية المندمجة بنسبة تناظرية سيليكون 0.117% (ذرة/ذرة)، ومنطقة عزل تتضمن السيليكا المندمجة النقية بنسبة تناظرية سيليكون من 0.0467% (ذرة/ذرة). سوف يتضح لشخص ماهر في الفن بتصميم دليل موجي بصري والمصنّع حيث، بما أنه يمكن حفظ التحكم المستقل والدقيق فوق معامل انكسار السيليكا المندمجة النقية بدون إضافة أي مواد إشابة خارجية، سوف يكون لمصمم دليل موجي بصري تحكم أكبر بالخصائص البصرية عن الموجودة مسبقاً.

يكون التحسين الأكثر ملاحظة الذي يمكن تحقيقه هو تكوين دليل موجي بصري باستخدام مادة

بمعامل انكسار النواة 1.02. سوف يكون معامل السرعة الناتج تقريباً (1.02/1)، أو 98% من c. سوف تخفض الألياف ذات تلك الخصائص، عند إشابتها، بشكل كبير كمون البيانات المتضمن.

يكون التحسين الثاني، والذي نوعا ما أقل وضوحاً، هو أنه بما أن نظير ذرات Si-29 نفسه يمثل مادة إشابة، وبما أن الفقد بصري يمثل وظيفة نشر Rayleigh الناتج بواسطة مادة إشابة الذرات، يمكن أن يؤدي الانخفاض في تركيز ذرات Si-29 بواسطة عامل 40 (من المثال أعلاه) إلى X40 انخفاض في الفقد البصري للقيمة 0.19 ديسيبل/كيلومتر والتي توجد عادة في جيرمانيا بنواة مشابة، ألياف بصرية بنواة معزولة. يمكن أن يؤدي فقد بصري بذلك المقدار، ربما إلى 0.005 ديسيبل/كيلو متر، إلى إزالة بشكل أساسي الحاجة للمضخمات البصرية باستثناء على روابط الألياف الأطول جداً.

يمكن أن لا يغطي الانخفاض الكبير في الفقد الطبيعي للسيليكا عيوب وقيود التصنيع التي يجب تصحيحها، وسوف تأخذ أبحاث فقد الربط، استعجال جديد أكبر. يمكن أن يبدو ربط يفقد 0.2 ديسيبل معقولاً عندما تعادل 1.0 كيلومتر من فقد الألياف (0.19 ديسيبل/كيلو متر)، ولكن من شأنها أن تصبح غير مقبولة تماما عند النظر اليها على انها تعادل 40 كيلو متر من فقد الألياف و(40 × 0.005ديسيبل/كيلو متر).

سوف يكون تحسين ثالث هو انخفاض كبير محتمل جداً في الانخفاض اللوني للسيليكا نفسها، ربما بمقدار عامل x40 مع x40 خفض محتوى نظير Si-29 الموصوف في المثال أعلاه. بما أن انخفاض الدليل الموجي الكلي يكون عبارة عن وظيفة مجموعة الانخفاضات الناتجة ليس فقط بواسطة المادة، ولكن أيضاً بواسطة التصميم الهندسي للدليل الموجي نفسه، فمن الصعب التنبؤ بالتحسينات الشاملة التي يمكن تحقيقها، ولكن الانخفاض في التشتت العام 10 مرات في الحجم يكون معقولاً. إن مثل هذا التحسن يسمح بأعلى معدلات الرمز (غالبا تساوي معدلات بت)، ويمكن أن تقلل بشكل كبير من الحاجة إلى استيعاب مجمع التشتت التي يتم استخدامها حاليا.

سوف يكون تحسين رابع هو توسيع كبير في عرض التكرارات البصرية المفيدة، بصفة خاصة إذا تعرض كل الفقد البصري إلى نفس x40 انخفاض، يتناسب مع انخفاض x40 في نسبة Si-29 في المثال الموصوف أعلاه. حالياً يتم تقييد وصلات البيانات طويلة المسافة بأطوال موجية تقترب من 1540 نانو متر، ولكن يمكن تمديد المناطق المفيدة ربما إلى 500 إلى 2000 نانو متر، بقيود في حدود 950 نانو متر و1.400 نانو متر. يجب أن تصبح الملحقات البصرية

والإلكترونية المطلوبة لدعم عرض النطاق المتسع متوفرة، ولكن يمكن استخدام ألياف مركبة، معطاة لتفريغ مناطق الطول الموجي الجديدة.

الأمثلة

1. يمكن أن يشتمل دليل موجي بصري على طبقة عازلة مشكلة من الزجاج البصري عالي النقاء، في الغالب من سيليكا أو جيرمانيا أو كلاهما، ومنطقة نواة مشكلة من الزجاج البصري عالي النقاء، في الغالب من سيليكا أو جيرمانيا أو كلاهما، حيث يحتوي أي أو كل من أنواع الزجاج المذكورة على ذرات السيليكون منها أقل من 4.44% ذرة/ذرة عبارة عن ذرات نظير سيليكون-29، أو تحتوي على ذرات الجيرمانيوم منها أقل من 7.41% ذرة/ذرة عبارة عن ذرات نظير جيرمانيوم -73، أو كلاهما.

يمكن أن تكون كل نسبة عبارة عن عامل 0.95 من نسبة تناظر Si-29 ونظير ذرات Ge-73 موجود طبيعياً في عينات أرضية من كل عنصر.

إذا تم تكوين ذلك الدليل الموجي من سيليكا يمكن أن يكون على الأقل 10% من ذرات الأكسجين المذكورة في النواة أو التغليف، على التوالي، عبارة عن أكسجين-18.

2. يمكن أن يشتمل دليل موجي بصري على طبقة عازلة مشكلة من الزجاج البصري عالي النقاء، في الغالب من سيليكا أو جيرمانيا أو كلاهما، ومنطقة نواة مشكلة من الزجاج البصري عالي النقاء، في الغالب من سيليكا أو جيرمانيا أو كلاهما، حيث بها يكون على الأقل 50 مول بالمائة من الأكسجين في النواة، و/أو على الأقل 50 بالمائة من الأكسجين في العزل عبارة عن أكسجين -18.

على نحو إضافي، مع ذلك، يمكن أن تحتوي منطقة النواة و/أو منطقة العزل على نظير أكسجين-17 في بنسبة أقل من 5 ذرة % من كمية نظير أكسجين-18.

3. يمكن أن يشتمل دليل موجي بصري على طبقة عازلة مشكلة من الزجاج البصري عالي النقاء، في الغالب من سيليكا أو جيرمانيا أو كلاهما، ومنطقة نواة مشكلة من الزجاج البصري عالي النقاء، في الغالب من سيليكا أو جيرمانيا أو كلاهما، حيث يكون على الأقل 70 ذرة % من الأكسجين في النواة، أو التغليف، أو كلاهما، عبارة عن نظير أكسجين-18. على نحو إضافي، مع ذلك، تكون كمية ذرات أكسجين-17 أقل من 5 ذرة % من إجمالي محتوى ذرة الأكسجين.

4. أي من الدلائل الموجية البصرية من الأمثلة 1، 2 تتضمن أيضاً مادة إشابة في النواة،

أو التغليف، أو كلاهما. مع ذلك، لا توجد أي متطلبات لتكون مادة الإشابة في النواة مطابقة لمادة الإشابة في العزل أو تكون عبارة عن أو موجودة بتركيزات متطابقة في النواة وفي التغليف. يمكن أن تكون مادة (مواد) الإشابة عبارة عن جيرمانيوم بنسبة نظير طبيعية، جيرمانيوم في أي توزيع نظير غير طبيعي، أو نظير Si-29، أو فوسفور، أو توليفة منها.

5. في كل الدلائل الموجية البصرية من الأمثلة 1، 2، 3 يمكن أن تكون النسبة الحجمية للمنطقة التي تتضمن SiO_2 المستنفدة في Si-29، أو النسبة الحجمية للمنطقة التي تتضمن GeO_2 المستنفدة في Ge-73، أقل من 50%.

6. في الدليل الموجي البصري من المثال 1، يمكن أن يكون على الأقل 70 ذرة % من الأكسجين في النواة عبارة عن أكسجين-18، أو يمكن أن يكون على الأقل 70 ذرة % من الأكسجين في منطقة العزل المجاورة للنواة عبارة عن أكسجين-18، ويمكن أن تكون كمية أكسجين-17 أقل من 5 ذرة % من إجمالي محتوى ذرة الأكسجين في تلك المناطق، على التوالي.

7. في أي من الدلائل الموجية البصرية من ذلك الاختراع يمكن أن يكون للنواة معامل انكسار ثابت أو تدريجي.

8. في أي من الدلائل الموجية البصرية من ذلك الاختراع يمكن إحاطة الألياف بطبقة خارجية مصنوعة من الزجاج أو البلاستيك.

9. في أي من الدلائل الموجية البصرية من ذلك الاختراع يمكن أن تشتمل مادة الزجاج على زجاج جيرمانيا نقي أو مشاب، بنسبة تناظر نظير Ge-73 منخفضة على الأغلب إلى 7.2 ذرة، في أي أو كلاً من النواة ومناطق العزل.

10. في أي من الدلائل الموجية البصرية من ذلك الاختراع يمكن رفع نسبة تناظر O-18 في منطقة النواة، أو منطقة العزل، أو كلاهما، إلى على الأقل 10 ذرة %، وعلى الأغلب إلى 100% من إجمالي ذرات نظير الأكسجين الموجودة.

11. في أي من الدلائل الموجي البصري من ذلك الاختراع يوجد نظير Si-29 على هيئة مادة إشابة في النواة، أو في التغليف، أو كلاهما.

12. في أي من الدلائل الموجية البصرية من ذلك الاختراع نسبة نظير O-17 يمكن أن تكون فوق نسبة تناظر O0-17 الطبيعية لـ 0.038 ذرة % الموجودة بالأرض.

13. في أي من الدلائل الموجية البصرية ذلك الاختراع يمكن استنفاد O-17 في النواة أو العزل من نسبة نظير O-17 الطبيعية 0.038 ذرة % الموجودة بالأرض. على نحو إضافي يمكن أن يوجد نظير Si-29 في النواة أو التغليف، أو كلاهما، بنسبة طبيعية أو غير طبيعية.

14. يمكن تصميم الدلائل الموجية البصرية من ذلك الاختراع بحيث يتم حفظ الاختلاف في معامل الانكسار بين النواة ومناطق العزل، كلياً أو جزئياً، بواسطة اختلاف نسب تناظر Si-29 في سيليكون، أو بواسطة اختلاف نسب تناظر Ge-73 في جيرمانيوم، أكبر من 0.001 ذرة %.

15. في أي دليل موجي بصري من ذلك الاختراع يمكن خفض OH- بواسطة شطف ديوتريوم كما تم وصفه في ملخصات براءات الاختراع اليابانية، JP-A-60090845.

16. في أي دليل موجي بصري من ذلك الاختراع، يمكن خفض معامل انكسار العزل بمركب فلور. بالإضافة لذلك، يمكن أن تكون نسبة تناظر Si-30 أو O-18، أو كلاهما، أكبر من تلك الطبيعية في النواة أو العزل أو كلاهما.

17. يتمثل ذلك الاختراع أيضاً في مادة ناقلة بصرياً، مصنوعة بشكل أساسي من سيليكا أو جيرمانيا أو كلاهما، التي تم تعديلها تناظرياً حتى تحتوي على أقل من 4.44 ذرة % من ذرات Si-29، أو أقل من 7.41 ذرة % من ذرات Ge-73، أو أكبر من 4.90 ذرة % من ذرات Si-29، أو أكبر من 8.18 ذرة % من ذرات Ge-73.

18. في أي من الدلائل الموجية البصرية من ذلك الاختراع، يمكن أن يكون العزل أو طبقات العزل مشاب باستخدام عينة معدلة بنظير من ذرات الجيرمانيوم، أو يمكن أن تكون طبقة العزل الداخلية معدلة، بحيث يتم خفض توزيع النظير لنسبة ذرات الجيرمانيوم في نظير Ge-73 على الأغلب إلى 7.2 ذرة %. على نحو مفضل تكون كمية ثاني أكسيد الجيرمانيوم في النطاق من 0.005% إلى 1 بالمائة بالوزن؛ بشكل مفضل أكثر من حوالي 0.1% إلى حوالي 0.5% بالوزن؛ والأكثر تفضيلاً حوالي 0.1% إلى حوالي 0.3% بالوزن.

تم وصف المثال بالإشارة إلى التجسيدات الخاصة. مع ذلك، يجب أن يتضح لأولئك المهرة في الفن الذي ينتمي له الاختراع أنه يمكن إجراء تعديلات وتحسينات بدون الحيود عن فحوى ومجال عناصر الحماية التالية.

عناصر الحماية

1. دليل موجي بصري يتضمن:

أ) طبقة عازلة من زجاج بصري عالي النقاء أول؛ الزجاج الطبقي عالي النقاء الأول المذكور على واحدة من سيليكا، جيرمانيا وخليط من سيليكا وجيرمانيا؛ الزجاج البصري عالي النقاء الأول المذكور له معامل انكسار أول؛

ب) منطقة نواة الزجاج البصري عالي النقاء الثاني؛ يشتمل الزجاج البصري عالي النقاء الثاني المذكور على واحدة من سيليكا، جيرمانيا وخليط من سيليكا وجيرمانيا؛ يكون للزجاج البصري عالي النقاء الثاني المذكور معامل انكسار ثاني؛

تكون نسبة ذرة Si-29 إلى كل نظائر Si الأخرى في السيليكا المذكورة هي واحدة من:

أكثر من 0 وأقل من 4.44؛ و

أكثر من 4.90 وأقل من أو تساوي 100؛

تكون نسبة ذرة Ge-73 إلى كل نظائر Ge أخرى في الجيرمانيا المذكورة هي واحدة من:

أكثر من 0 وأقل من 7.41؛ و

أكثر من 8.18 وأقل من أو تساوي 100؛

2. الدليل الموجي وفقاً لعنصر الحماية 1 حيث به نسبة ذرة O-17 إلى كل نظائر O الأخرى في واحدة من سيليكا، جيرمانيا وخليط من سيليكا وجيرمانيا تكون واحدة من:

أكثر من 0 وأقل من 0.038؛ و

أكثر من 0.038 وأقل من أو تساوي 100.

3. الدليل الموجي وفقاً لعنصر الحماية 1 حيث به يكون معامل الانعكاس الأول المذكور أعلى من معامل الانكسار الثاني المذكور.

4. الدليل الموجي وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث به يكون على الأقل 10% من ذرات الأكسجين في السيليكا المذكورة عبارة عن أكسجين -18.

5. الدليل الموجي وفقاً لعنصر الحماية 1 حيث به يكون على الأقل 50 مول بالمائة من الأكسجين في منطقة النواة المذكورة عبارة عن أكسجين-18 وتكون أقل من 5 بالمائة من ذرة أكسجين في منطقة النواة المذكورة عبارة عن أكسجين-17.

6. الدليل الموجي وفقاً لعنصر الحماية 1 حيث به يكون على الأقل 50 مول بالمائة من الأكسجين في منطقة العزل المذكورة عبارة عن أكسجين-18 وأقل من 5 بالمائة من ذرة أكسجين في منطقة العزل المذكورة عبارة عن أكسجين-17.

7. الدليل الموجي وفقاً لعنصر الحماية 1 حيث به تكون على الأقل 70 بالمائة من ذرة أكسجين في منطقة النواة المذكورة عبارة عن أكسجين-18 وتكون أقل من 5 بالمائة من ذرة أكسجين في منطقة النواة المذكورة عبارة عن أكسجين-17.

8. الدليل الموجي وفقاً لعنصر الحماية 1 حيث به يكون على الأقل 70 بالمائة من ذرة أكسجين في منطقة العزل المذكورة عبارة عن أكسجين-18 وأقل من 5 بالمائة من ذرة أكسجين في منطقة العزل المذكورة عبارة عن أكسجين-17.

9. الدليل الموجي البصري وفقاً لعنصر الحماية 1 حيث بها تشتمل منطقة العزل المذكورة أيضاً على مادة إشابة.

10. الدليل الموجي البصري وفقاً لعنصر الحماية 1 حيث بها تشتمل منطقة النواة المذكورة أيضاً على مادة إشابة.

11. الدليل الموجي البصري وفقاً لعنصر الحماية 8 أو 9، حيث بها يتم اختيار مادة الإشابة المذكورة من المجموعة التي تشمل جيرمانيوم في توزيع نظير طبيعي، جيرمانيوم في توزيع نظير غير طبيعي، سيليكون-29، فوسفور، سيليكون-29 وخلائط منها.

12. الدليل الموجي البصري وفقاً لعنصر الحماية 1 حيث بها تكون النسبة الحجمية للمنطقة التي تتضمن السيليكا التي تحتوي على أقل من 4.67 بالمائة من ذرة Si-29 هي أقل من 50.

13. الدليل الموجي البصري وفقاً لعنصر الحماية 1 حيث بها تكون النسبة الحجمية للمنطقة التي تتضمن الجيرمانيا التي تحتوي على أقل من 7.8 بالمائة من ذرة Ge-73، أقل من 50.

14. الدليل الموجي البصري وفقاً لعنصر الحماية 1 حيث تتغير المؤشرات المذكورة للانكسار شعاعياً.

15. الدليل الموجي البصري وفقاً لعنصر الحماية 1 يتضمن أيضاً طبقة خارجية تحيط الطبقة العازلة المذكورة.

16. الدليل الموجي البصري وفقاً لعنصر الحماية 14 حيث بها تتكون الطبقة الخارجية المذكورة من مادة منتقاة من المجموعة التي تشتمل على الزجاج والبلاستيك.

17. الدليل الموجي البصري وفقاً لعنصر الحماية 1 حيث بها يتم خفض تركيز الهيدروكسيل في الزجاج البصري عالي النقاء الأول والثاني المذكور.

18. الدليل الموجي البصري وفقاً لعنصر الحماية 16 حيث بها يتم إجراء خفض الهيدروكسيل بواسطة شطف ديوتريوم.

19. الدليل الموجي البصري وفقاً لعنصر الحماية 1 حيث به يشتمل الزجاج عالي النقاء الأول المذكور أيضاً على مركب يحتوي على فلور حيث يتم خفض معامل الانعكاس الأول المذكور أيضاً.

20. الدليل الموجي البصري وفقاً لعنصر الحماية 1 حيث به تشتمل منطقة العزل المذكورة أيضاً على 0.005 إلى 1 % بالوزن من ثاني أكسيد الجيرمانيوم.

21. الدليل الموجي البصري وفقاً لعنصر الحماية 1 حيث به تشتمل منطقة العزل المذكورة أيضاً على 0.1 إلى 0.5 % بالوزن من ثاني أكسيد الجيرمانيوم.

22. الدليل الموجي البصري وفقاً لعنصر الحماية 1 حيث به تشتمل منطقة العزل المذكورة أيضاً على 0.1 إلى 0.3 % بالوزن من ثاني أكسيد الجيرمانيوم.

23. مادة ناقلة بصرياً تتضمن:

سيليكا وجيرمانيا وخليط من سيليكا وجيرمانيا؛

تكون نسبة ذرة Si-29 إلى كل نظائر Si الأخرى في السيليكا المذكورة هي واحدة من:

أكثر من 0 وأقل من 4.44؛ و

أكثر من 4.90 وأقل من أو تساوي 100؛

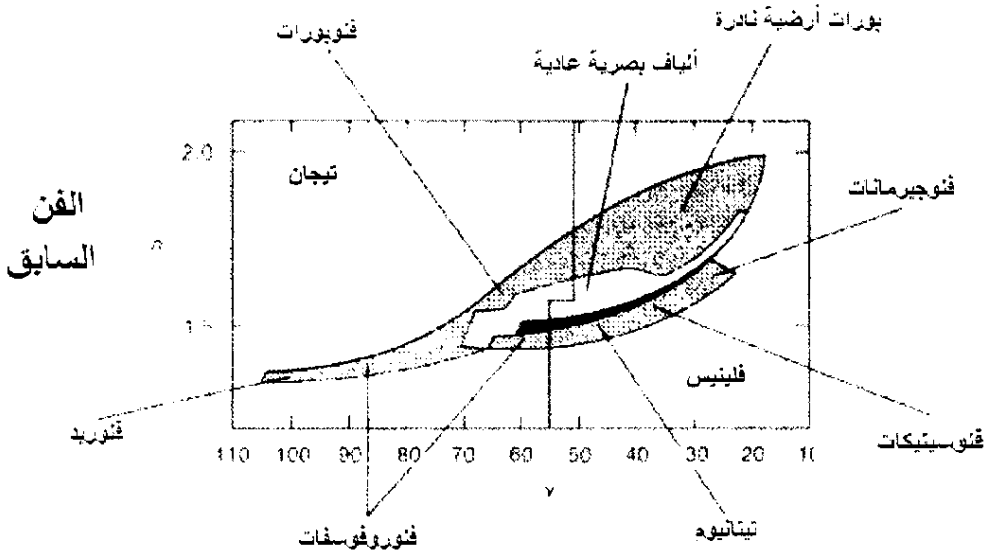
تكون نسبة ذرة Ge-73 إلى كل نظائر Ge أخرى في الجيرمانيا المذكورة هي واحدة من:

أكثر من 0 وأقل من 7.41؛ و

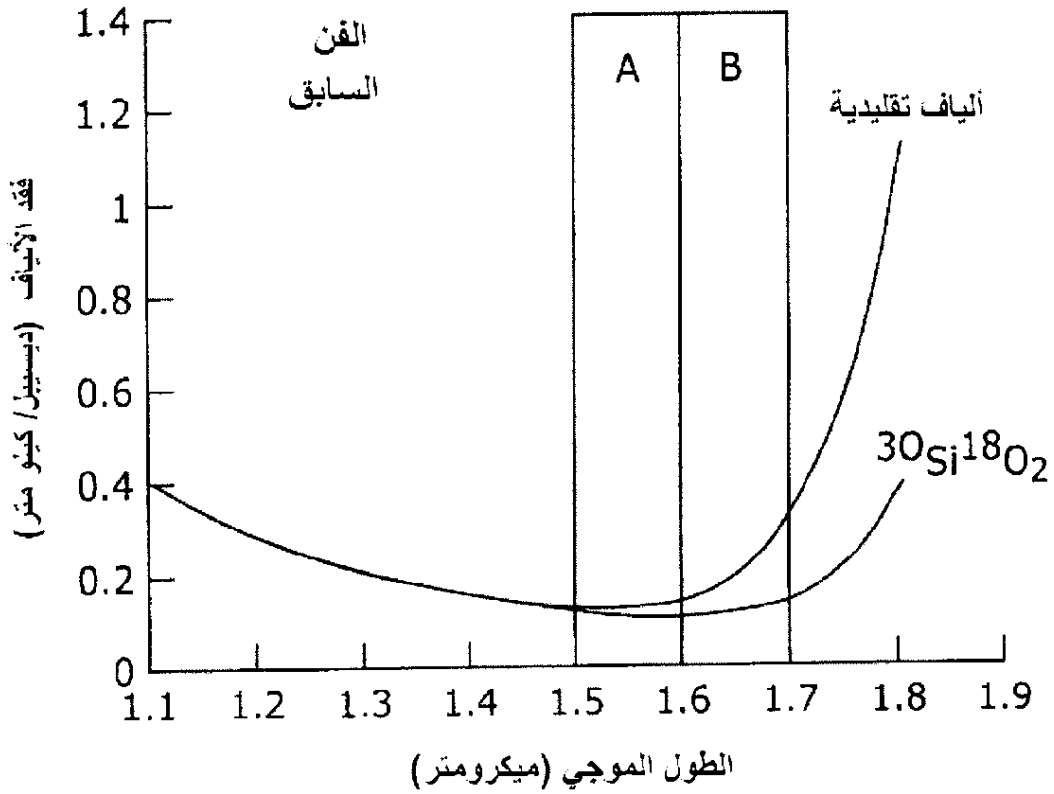
أكثر من 8.18 وأقل من أو تساوي 100؛

24. مادة ناقلة بصرياً وفقاً لعنصر الحماية 23 حيث بها نسبة ذرة O-17 إلى كل نظائر O الأخرى في واحدة من سيليكا، جيرمانيا وخليط من سيليكا وجيرمانيا تكون واحدة من:

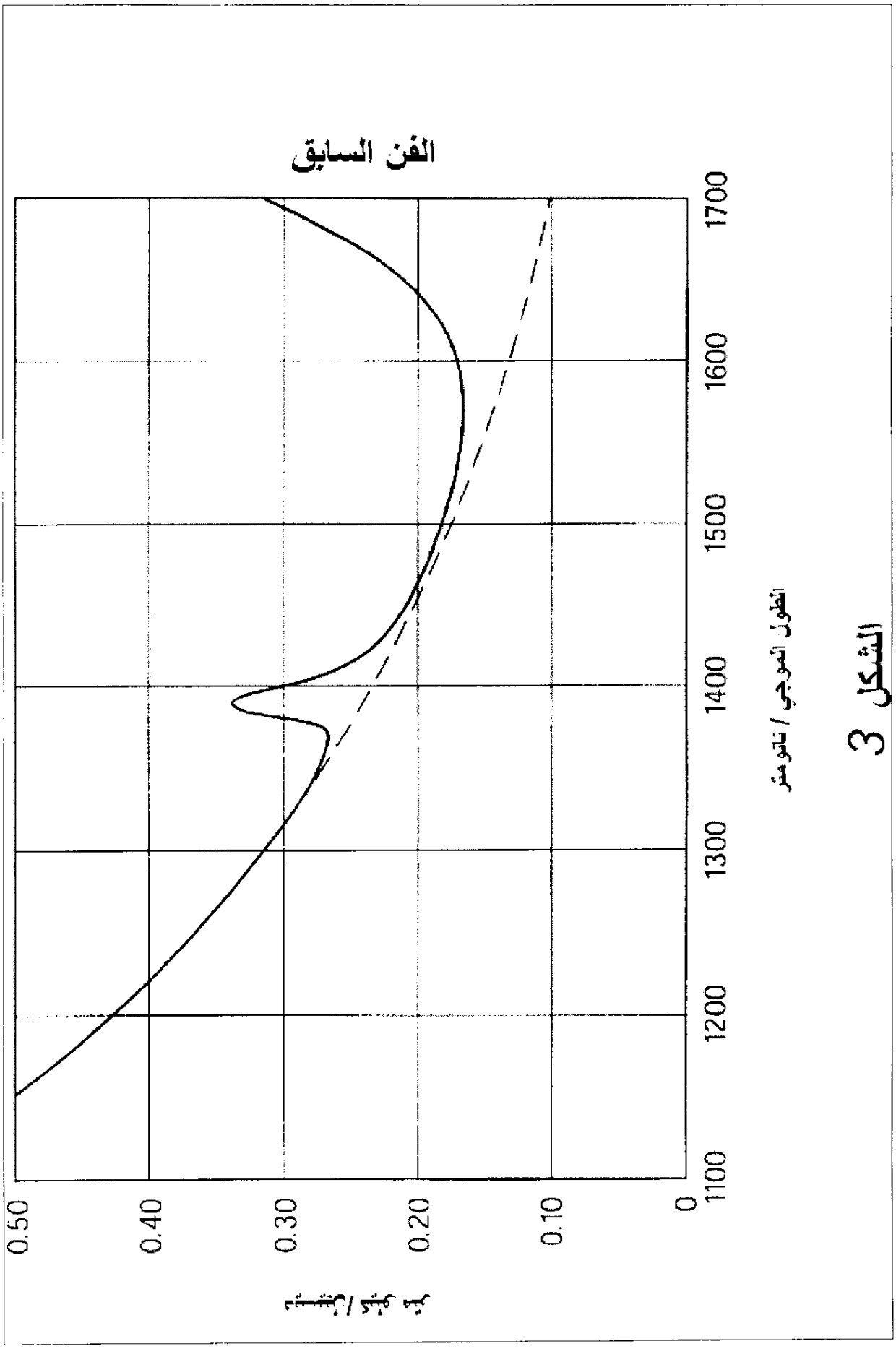
أكثر من 0 وأقل من 0.038؛ وأكثر من 0.038 وأقل من أو تساوي 100.


فلوبورات
بورات أرضية نادرة
ألياف بصرية عادية
الفن السابق
تيجان
فلوجيرمانات
فلينيس
فلوريد
فلوسيليكات
فلوروفوسفات
تيتانيوم
110 100 90 80 70 60 50 40 30 20 10
Y

شكل 1

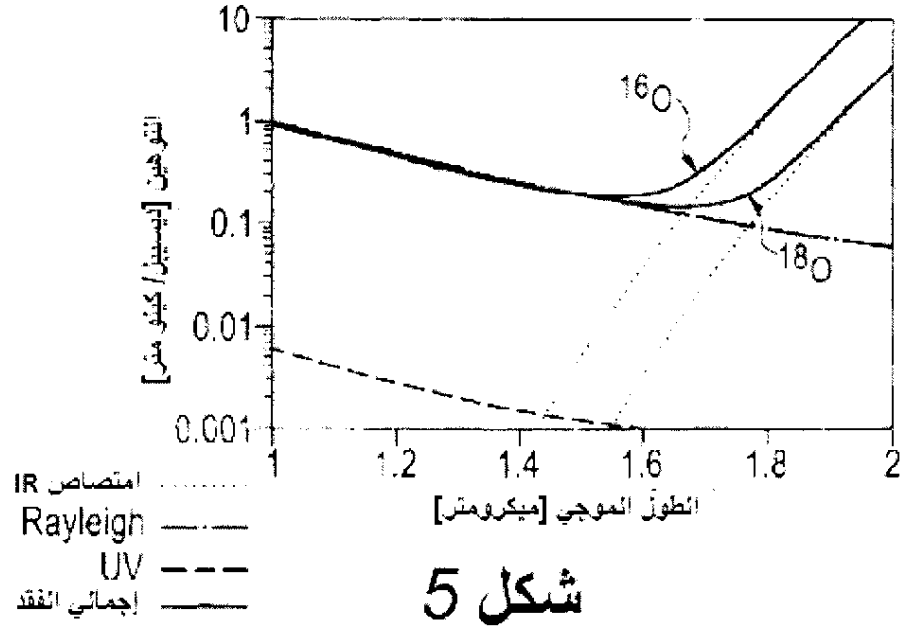

1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
الفن السابق
A
B
ألياف تقليدية
$^{30}Si^{18}O_2$
فقد الألياف (ديسيبل/ كيلو متر)
1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7 1.8 1.9
الطول الموجي (ميكرومتر)

شكل 2


الفن السابق
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0
1100
1200
1300
1400
1500
1600
1700
انطول انموجي / نانومتر

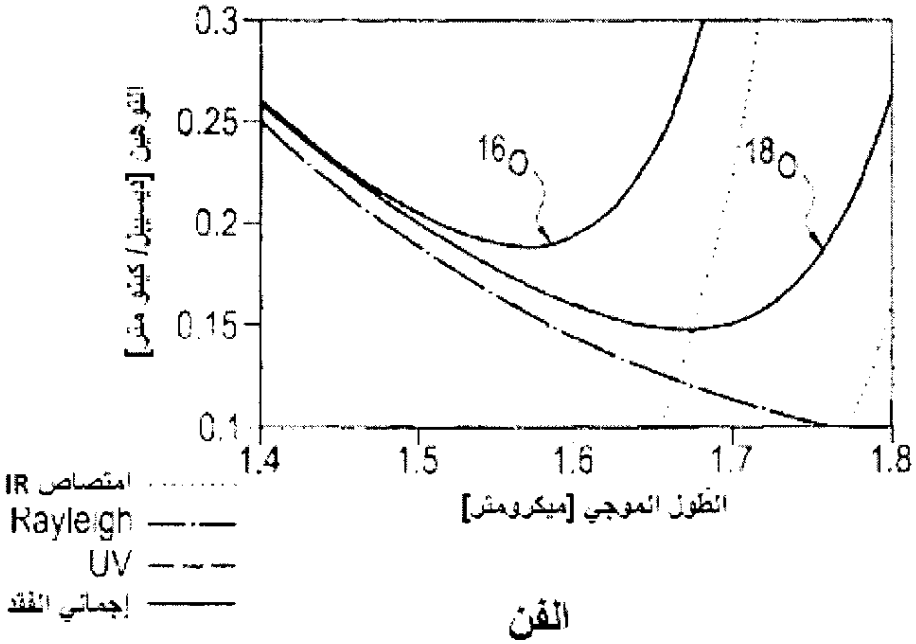
الشكل 3

شكل 4



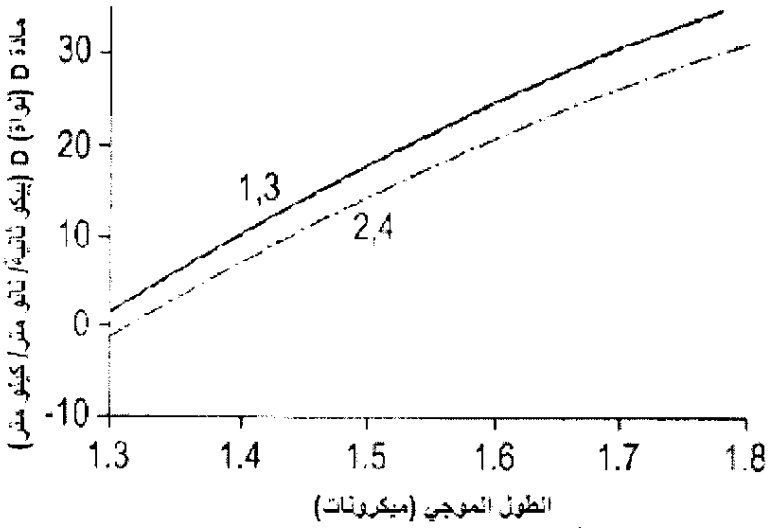
الفن السابق

شكل 5



الفن السابق

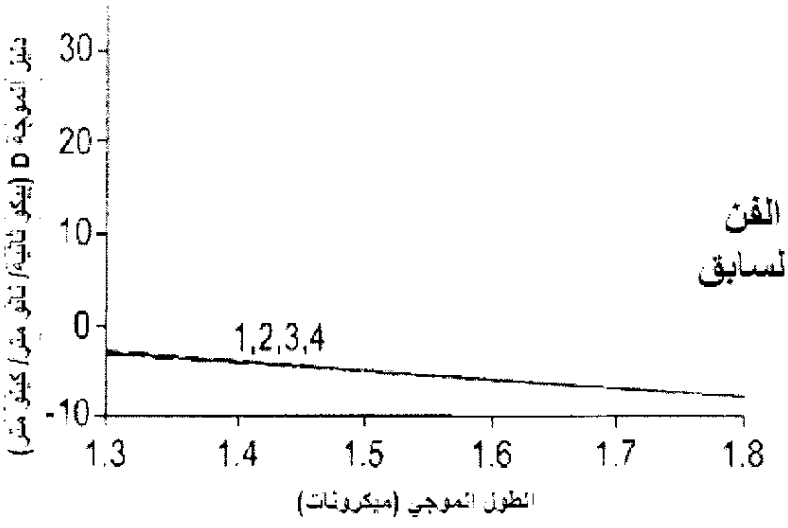
شكل 6



الفن السابق

1. نواة O16/ عزل O16 ——
2. نواة O18/ عزل O18 .....
3. نواة O16/ عزل O18 - - -
4. نواة O18/ عزل O16 — —

شكل 8

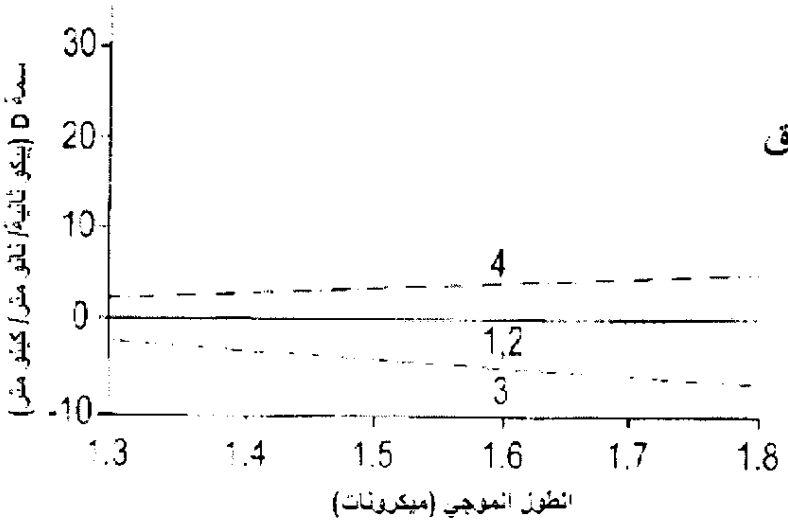


الفن السابق

1. نواة O16/ عزل O16 ——
2. نواة O18/ عزل O18 .....
3. نواة O16/ عزل O18 - - -
4. نواة O18/ عزل O16 — —

شكل 9

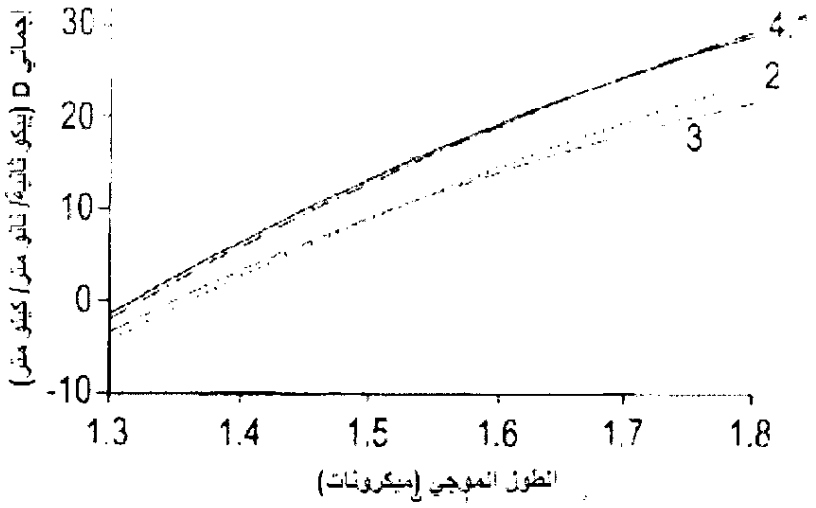
الفن السابق



1. نواة O16/ عزل O16 ——
2. نواة O18/ عزل O18 .....
3. نواة O16/ عزل O18 - - -
4. نواة O18/ عزل O16 — —

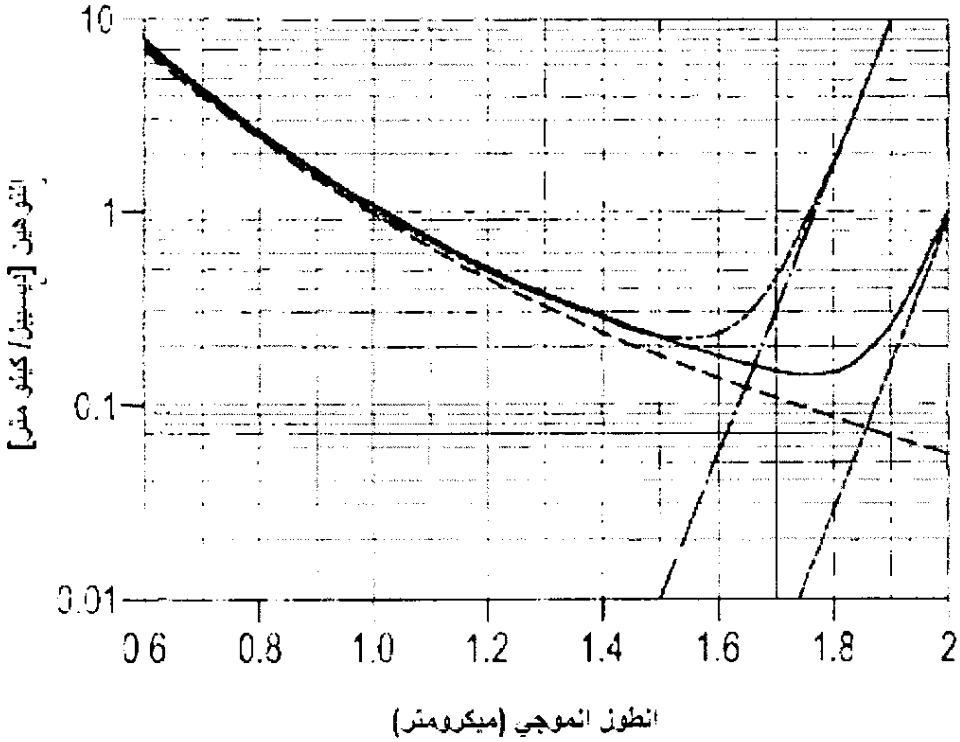
شكل 7

الفن السابق



1. نواة O16/ عزل O16 ——
2. نواة O18/ عزل O18 .....
3. نواة O16/ عزل O18 - - -
4. نواة O18/ عزل O16 — —

الفن
السابق


10
1
0.1
0.01
0.6
0.8
1.0
1.2
1.4
1.6
1.8
2
التوهين [ديسيبل/ كيلو متر]
الطول الموجي (ميكرومتر)
الإجمالي
الإجمالي المعدل
امتصاص الأشعة تحت الحمراء
امتصاص الأشعة تحت الحمراء المعدل
نشر Rayleigh