



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2004110932/28, 12.09.2002

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
12.09.2002

(30) Конвенционный приоритет:
12.09.2001 GB 0122055.7
12.09.2001 GB 0122053.2

(43) Дата публикации заявки: 27.03.2005

(45) Опубликовано: 20.11.2006 Бюл. № 32

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 6014208 A, 11.01.2000. US 5883389
A, 16.03.1999. RU 98103246 A, 20.04.2000. RU
2006006 C1, 15.01.1994.

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу:
12.04.2004

(86) Заявка РСТ:
GB 02/04146 (12.09.2002)

(87) Публикация РСТ:
WO 03/023382 (20.03.2003)

Адрес для переписки:
129010, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову, рег.№ 595

(72) Автор(ы):

ЛОУСОН Симон Крэйг (GB),
СПИР Пол Мартин (GB),
МАТИНЬЮ Филип Морис (GB)

(73) Патентообладатель(и):

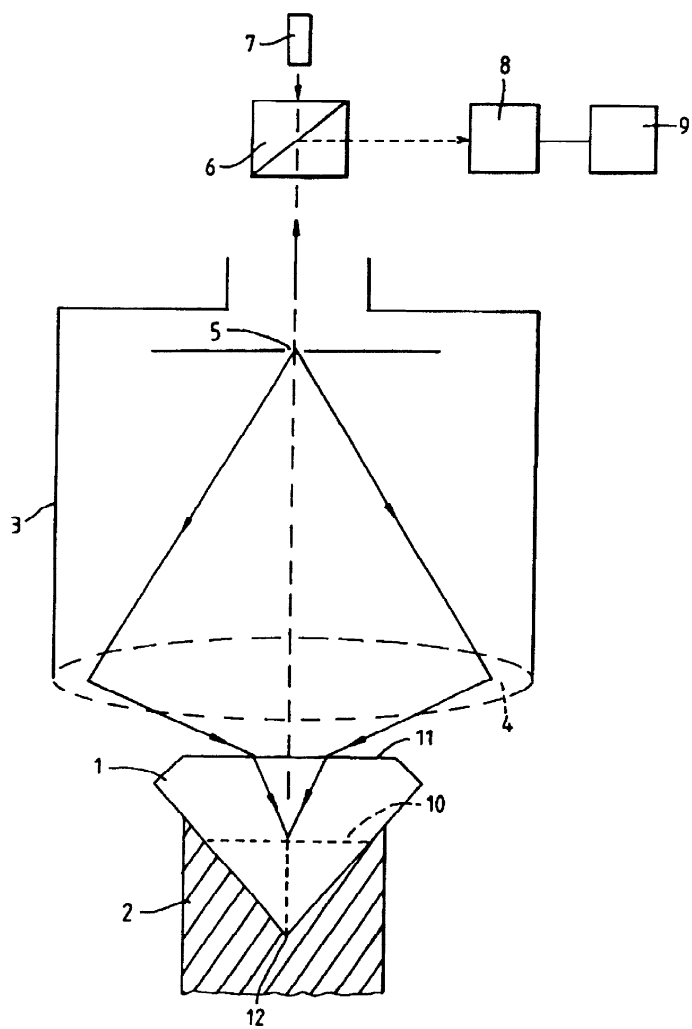
ДЖЕРСАН ЭСТАБЛИШМЕНТ (LI)

(54) ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АЛМАЗА

(57) Реферат:

Изобретение относится к измерительной технике. Для определения того, подвергался ли зелено-голубой алмаз искусственному облучению или ионной бомбардировке, его облучают светом с длиной волны 633 нм для стимулирования испускания люминесценции и детектируют люминесценцию, примерно от 680 примерно до 800 нм, с использованием конфокального микроскопа и спектрометра. Фокальная плоскость сканируется вертикально по алмазу. Быстрое уменьшение люминесценции с увеличением глубины указывает на естественное облучение, в то время как еще

более быстрое уменьшение указывает на ионную бомбардировку. Альтернативно, для определения того, является ли алмаз естественным/синтетическим дублетом, он облучается излучением с длиной волны 325 нм, для стимулирования испускания люминесценции, и детектируется люминесценция от 330 до 450 нм. Резкое изменение люминесценции с увеличением глубины указывает на то, что данный алмаз представляет собой естественный/синтетический дублет. Технический результат - обеспечение возможности автоматической точной оценки. 3 н. и 40 з.п. ф-лы, 10 ил.



ФИГ.1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 2004110932/28, 12.09.2002

(24) Effective date for property rights: 12.09.2002

(30) Priority:
12.09.2001 GB 0122055.7
12.09.2001 GB 0122053.2

(43) Application published: 27.03.2005

(45) Date of publication: 20.11.2006 Bull. 32

(85) Commencement of national phase: 12.04.2004

(86) PCT application:
GB 02/04146 (12.09.2002)

(87) PCT publication:
WO 03/023382 (20.03.2003)

Mail address:
129010, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, str.3,
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i
Partnery", pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu, reg.№ 595

(72) Inventor(s):

LOUSON Simon Krehjg (GB),
SPIR Pol Martin (GB),
MARTIN'Ju Filip Moris (GB)

(73) Proprietor(s):

DZHERSAN EhSTABLISHMENT (LI)

(54) EVALUATION OF DIAMOND'S QUALITY

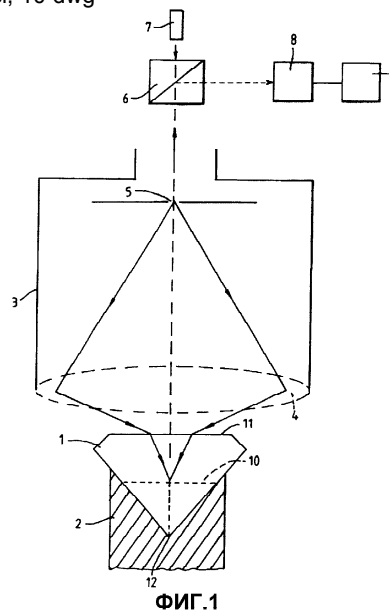
(57) Abstract:

FIELD: measuring technique.

SUBSTANCE: to determine if green-blue was subject to artificial irradiation or to ion bombardment, it is irradiated with light at wavelength of 633 nm for stimulation of luminescence emission, and luminescence is detected within range of 680 to 800 nm by using confocal microscope and spectrometer. Focal plane is scanned in vertical along diamond. Quick reduction in luminescence accompanied with increase in depth points at natural illumination while even quicker reduction points at ion bombardment. Alternatively, to determine if diamond has to be natural/synthetic doublet, diamond is subject to irradiation at wavelength of 325 nm to stimulate emission of luminescence and luminescence is detected within 330-450 nm range. Sharp change in luminescence at increase of depth points at the fact that the diamond has to be natural/synthetic doublet.

EFFECT: ability of automatic precise evaluation.

44 cl, 10 dwg



Предпосылки изобретения

Настоящее изобретение относится к устройству для оценки качества алмаза, прежде всего, для детектирования того, подвергался ли алмаз искусственному облучению или ионной бомбардировке, для изменения его окраски, или же того, является ли алмаз

5 естественным/синтетическим дублетом.

Естественные зеленые алмазы приобретают свою окраску благодаря облучению существующими в природе радиоактивными изотопами, которые производят альфа-частицы, когда радиоактивные изотопы находятся вблизи алмаза, в земле. Альфа-частицы проникают только на глубину примерно 30 мкм, под поверхность алмаза, и образуют

10 радиационные повреждения решетки алмаза, в основном, в форме вакансий решетки. Вакансии обуславливают характерную систему колебательного поглощения в красной области видимого спектра, вызывая зелено-голубое окрашивание.

Однако искусственное облучение или ионная бомбардировка (ионная имплантация) может использоваться для создания зелено-голубой окраски алмазов. Эта обработка

15 обычно применяется на полированных алмазах, но обработка может применяться и на шероховатых алмазах. Искусственное облучение обычно осуществляется с

использованием электронов высоких энергий, которые имеют глубину проникновения в алмаз в несколько миллиметров, значительно большую, чем при облучении альфа-

20 частицами, или же используются быстрые нейтроны, которые имеют глубину проникновения в алмаз в несколько сантиметров, которая также является значительно

большой, чем при облучении альфа-частицами. Ионы с высокими энергиями, используемые для ионной бомбардировки, как правило, имеют глубину проникновения примерно 1 мкм в алмазе, значительно меньшую, чем при естественном облучении альфа-

25 частицами. По этой причине, чтобы удостовериться в том, является ли шероховатый или полированный зелено-голубой алмаз облученным естественно или искусственно, необходимо разрушающим образом разрезать алмаз поперек и наблюдать глубину проникновения окраски под поверхностью.

Поскольку естественно облученные ювелирные алмазы могут диктовать более высокую

цену, чем алмазы, которые приобрели свою окраску благодаря искусственному облучению

30 или ионной бомбардировке, требуется соответствующий способ исследования, для обеспечения уверенности потребителя.

Естественные/синтетические дублеты могут изготавливаться путем осаждения синтетического алмаза на естественном алмазе, как правило, в его полированном или

35 частично обработанном состоянии, для формирования части коронки или павильона дублета. Существуют способы для определения того, является ли данный алмаз

дублетом - смотри, например, заявки WO 94/20837, WO 95/20152, WO 96/07895, WO

96/07896, WO 97/04302 и WO 97/04303. Эти способы являются неудовлетворительными,

поскольку они не могут быть автоматизированы и/или требуют дорогостоящих компонентов. Целью настоящего изобретения является преодоление или частичное устранение, по

40 меньшей мере, одного из недостатков известных из уровня техники способов, или создание полезной альтернативы.

Как правило, являются желательными автоматическая оценка качества и создание

методики, которая может быть использована для разных алмазов или алмазов,

установленных в ювелирных изделиях.

45 Описание изобретения

В самом широком аспекте, настоящее изобретение предусматривает устройство, как

заявлено в пунктах 1 или 22 формулы изобретения, и способы, как заявлено в пунктах 23

или 24 формулы изобретения. Остаточные пункты формулы изобретения относятся к

предпочтительным или опциональным особенностям настоящего изобретения.

50 С общей точки зрения, может детектироваться любое изменение в материале, из которого состоит алмаз. Однако настоящий способ используется, прежде всего, для

детектирования того, является ли алмаз искусственно облученным или подвергнутым

ионной бомбардировке, для изменения его окраски, или для детектирования того,

является ли алмаз естественным/синтетическим дублетом. Было бы возможным иметь устройство двойного назначения, содержащее два различных средства облучения, для облучения на различных длинах волн; средства детектирования люминесценции, для двух различных целей, которые были бы очень похожи, но средства сравнения были бы различными.

Любая характеристика люминесценции может подвергаться сравнению, но предпочтительно сравнивается интенсивность спектральных особенностей люминесценции. Детектируемая люминесценция может нормироваться, путем соотнесения ее с характеристикой испускания люминесценции всех алмазов, предпочтительно Рамановской. Это процедура нормировки обеспечивает возможность корректировки результатов на изменение эффективности собирания или на размер камня.

Если алмаз является искусственно облученным электронами высоких энергий или быстрыми нейтронами, для изменения его окраски, уменьшение детектируемой люминесценции с глубиной является менее быстрым, чем уменьшение с глубиной для случая алмаза, который облучался естественно. Это обсуждается более подробно ниже, в связи с фигурами 4a, 4b и 5 прилагаемых чертежей.

При использовании ионной бомбардировки ионами высоких энергий уменьшение детектируемой люминесценции с глубиной является более быстрым, чем в случае алмаза, который облучался естественно. На практике, одни и те же длины волны облучения и средства сравнения могут использоваться для детектирования как искусственного облучения (при наличии эффекта на одном краю шкалы), так и ионной бомбардировки (при наличии эффекта на другом краю шкалы), и по этой причине, можно показывать на экране, был ли алмаз искусственно облученным или был ли алмаз подвергнут ионной бомбардировке. Различие между обработкой электронами высоких энергий, которые имеют глубину проникновения в несколько миллиметров, и быстрыми нейтронами, которые имеют глубину проникновения в несколько сантиметров, может детектироваться, но только для алмазов с размером по глубине, большим, чем 2-3 мм.

Хотя детектирование облучения или ионной бомбардировки детектируется, прежде всего, на шероховатых алмазах, способ по настоящему изобретению может также использоваться для идентификации полированных алмазов, искусственно облученных или подвергнутых ионной бомбардировке. При полировке естественно облученного камня форма камня изменяется, и глубина облученного материала больше не является однородной. В случае полированного алмаза, который искусственно облучается или подвергается ионной бомбардировке, после того как его полируют, если изменение интенсивности люминесценции с глубиной измеряется из некоторого количества точек на алмазе, будет обнаружено, что он является однородным, по отношению к полированной поверхности, что четко указывает на то, что облучение является искусственным.

Для детектирования искусственного облучения или ионной бомбардировки не может использоваться линия N3 нулевого фона, поскольку не существует систематического изменения параметров этой линии. Однако может быть использовано стимулирующее излучение с любой длиной волны, способное вызывать люминесценцию от оптического центра GR1. Система GR1 (General Radiation 1) представляет собой спектроскопическую особенность алмаза, который имеет главную острую линию при 741 нм, благодаря электронному переходу на центре вакансии в алмазе. Поглощающий аналог этой системы вызывает зелено-голубую окраску. Если оптический центр GR1 возбуждают, при комнатной температуре, светом в диапазоне длин волн от 500 до 740 нм, он вызывает люминесценцию с сильной линией на 741 нм. Таким образом, стимулирующее излучение предпочтительно представляет собой излучение с длинами волн примерно от 500 примерно до 740, например, примерно 633 нм, и детектируется люминесценция, содержащая длины волн примерно от 740 примерно до 745 нм.

Если алмаз представляет собой дублет, существует изменение в люминесценции, когда детектирование достигает глубины, где происходит изменение от естественного к синтетическому материалу, или наоборот.

Для детектирования дублетов оптический центр GR1 не может использоваться, но могут детектироваться изменения в линии N3 нулевого фона. Стимулирующее облучение предпочтительно представляет собой излучение с длинами волн примерно от 300 примерно до 400, например примерно 325 нм, и детектируется люминесценция примерно от 330 примерно до 450 нм. Однако изменение скорости уменьшения Рамановского сигнала с глубиной, из-за дифференцированного поглощения стимулирующего облучения, может, альтернативно, использоваться для индикации изменений в материале, из которого состоит алмаз.

Вся процедура является автоматизированной. Методика может использоваться для детектирования искусственного облучения или ионной бомбардировки в алмазах, намного меньших, примерно, чем 10 пунктов (0,1 карата) по весу, хотя они, предпочтительно, составляют, по меньшей мере, 1 мм в глубину. Настоящее изобретение может использоваться для детектирования дублетов в алмазах, вплоть, примерно, до десяти пунктов (0,1 карата) по весу, а возможно, и меньше.

Если стимулирующее излучение, способное проникать на всю глубину алмаза, фокусируется в глубине алмаза, может детектироваться люминесценция при различных значениях глубины, например, путем исключения, по существу, детектирования люминесценции, которая по существу не находится в фокальной плоскости. Соответствующая методика представляет собой конфокальную методику, с использованием конфокального спектрометра. Конфокальная апертура, помещенная в задней фокальной плоскости микроскопа, обеспечивает то, что только люминесценция от фокальной точки объектива достигает детектора спектрометра. Люминесценция от других частей образца не проходит через конфокальную апертуру и, таким образом, не детектируется. Площадь выбранной области зависит от диаметра конфокальной апертуры и увеличения микрообъектива. Люминесценция собирается из объема, эффективно состоящего из выбранной площади, определяемой диаметром конфокальной апертуры и увеличением объектива, и фокальной глубиной объектива, определяемой его числовой апертурой.

Не смотря на то что настоящий способ, как правило, осуществляется при комнатной температуре, могут быть использованы и более низкие температуры, с применением криостата, такого как Microstat N, от Oxford Instruments.

Настоящее изобретение далее будет описываться, в качестве примера, со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых:

фигура 1 представляет собой схематический вертикальный поперечный разрез устройства в соответствии с настоящим изобретением, иллюстрирующий полированный алмаз, качество которого оценивается в соответствии со способом по настоящему изобретению;

фигура 2 представляет собой блок-схему устройства по фигуре 1;

фигура 3 представляет собой алгоритм, иллюстрирующий программное обеспечение устройства согласно фигуре 1;

фигура 4а изображает спектры люминесценции GR1 на поверхности и на глубине, с приращением 10 мкм, под поверхностью шероховатого алмаза, подвергнутого естественному альфа-облучению;

фигура 4b соответствует фигуре 4а, но изображает график нормированной интегральной интенсивности люминесценции GR1;

фигура 5 соответствует фигуре 4b, но алмаз представляет собой алмаз, подвергнутый искусственному облучению электронами;

фигура 6 соответствует фигурам 4b и 5, но алмаз представляет собой алмаз, подвергнутый искусственной ионной имплантации;

фигура 7 представляет собой спектр фотолюминесценции/Рамановский спектр типичного естественного алмаза типа 1а;

фигура 8 соответствует фигуре 7, но алмаз представляет собой алмаз, полученный с помощью CVD (химического осаждения из паровой фазы);

фигура 9a представляет собой зависимость от глубины, для нормированной интегральной интенсивности люминесценции N3, для первого дублета, при этом расстояние представляет собой расстояние, на которое перемещается алмазный дублет;

фигура 9b соответствует фигуре 9a, но глубина представляет собой расстояние, на которое перемещается фокальная плоскость, внутри алмазного дублета;

фигура 10a представляет собой зависимость от глубины, для нормированной интегральной интенсивности люминесценции N3, для второго дублета, при этом расстояние представляет собой расстояние, на которое перемещается алмазный дублет;

фигура 10b соответствует фигуре 10a, но глубина перемещения представляет собой расстояние, на которое перемещается фокальная плоскость, внутри алмазного дублета.

На фигуре 1 для удобства изображен полированный алмаз 1. Однако алмаз 1 может представлять собой шероховатый алмаз или перепиленный пополам шероховатый алмаз, шероховатый алмаз может поддерживаться с помощью легкодеформируемого материала, такого как "Blu-Tak". Могут существовать практические ограничения, относительно

текстуры поверхности шероховатых алмазов или распиленных половинок, и последующего рассеяния облучения, но, в остальном, настоящая методика является в равной степени применимой к шероховатым алмазам или распиленным половинкам и к полированным алмазам. Точное местоположение поверхности определяется не физически, но по изменению детектируемой люминесценции. Алмаз 1 помещают на оправку или столик 2, под конфокальным микроскопом 3, столик 2 расположен по нормали к оптической оси.

Изображенный столик 2 сконструирован для приема куска полированного алмаза 1, но он может конструироваться для стандартного ювелирного изделия, такого как кольцо на палец; альтернативно, ювелирное изделие может поддерживаться с помощью легкодеформируемого материала, как указано выше. Как правило, площадка алмаза 1

должна экспонироваться и быть расположенной по нормам к оптической оси. Хотя это не иллюстрируется, столик 2 располагается на столе, который может перемещаться вверх и вниз с помощью шагового двигателя. Микроскоп 3 имеет линзу 4 объектива и конфокальную апертуру 5. Над микроскопом 3 имеется разделитель 6 луча, лазер 7 для облучения алмаза 1, спектрометр 8 и процессор 9. Все элементы иллюстрируются

исключительно схематически.

Конфокальная апертура 5 предотвращает попадание света извне фокальной области в спектрометр 8. Мгновенная фокальная плоскость обозначается позицией 10, и система выполнена таким образом, что фокальная плоскость 10 может сканироваться непосредственно через алмаз от самой верхней точки (здесь площадка 11 алмаза) до самой нижней точки (здесь вершина 12). Сканирование удобнее всего осуществлять путем вертикального перемещения столика 2 на заданные интервалы, скажем, на 10 мкм или 100 мкм. Лазерный луч преломляется, когда он попадает в алмаз 1, и, по этой причине, расстояние, проходимое фокальной точкой лазера (внутри алмаза 1), на длине волны, например, 633 нм, является приблизительно в 2,41 раза большим, чем расстояние, проходимое самим алмазом 1 (2,41 - это коэффициент преломления алмаза на 633 нм), или приблизительно в 2,51 раза большим, на длине волны 325 нм (2,51 - это коэффициент преломления алмаза на 325 нм).

Фигура 2

Блок-схема на фигуре 2 изображает элементы 3-8, в виде конфокального спектрометра, связанного с микроскопом 13 и имеющим детектор 14 на основе матрицы с зарядовой связью, для детектирования люминесценции (реально, часть спектрометра 8). Процессор 9 изображен вместе с монитором 15, для отображения детектируемых результатов. Столик 2 изображен как трехкоординатный столик, несущий матрицу 2a из образцов алмазов (скажем, 5 x 5), перемещение по осям x, y (в горизонтальной плоскости) предназначены для позиционирования под микроскопом 13 алмаза из матрицы 2a из образцов. Перемещение по оси z представляет собой вертикальное перемещение, описанное выше.

Фигура 3

Блок-схема на фигуре 3 является, в целом, самодостаточной и не описывается далее в подробностях. Стадия "Обработка данных" включает в себя анализ скорости изменения люминесценции с глубиной, для определения границы раздела или изменений в материале.

5 Примеры детектирования искусственного облучения и ионной бомбардировки

В одном из пригодных для использования устройств лазер 7 представляет собой He-Ne лазер, имеющий выходную мощность 10-20 МВт, на длине волны 633 нм. Лазер 7 может применяться вместе с конфокальным микроскопом 3 и спектрометром 8, в качестве LabRam Infinity Confocal Spectrometer, производимый JY Horiba. Детектируется
10 люминесценция примерно от 680 примерно до 800 нм. В алмазе, данная система дает возможность для зондирования глубины от 0 до 500 мкм с использованием линзы 4 объектива с увеличением $\times 100$ и 50 мкм конфокальную апертуру 5. Глубины от 0 до 10 мм могут зондироваться с использованием линзы 4 объектива с увеличением $\times 20$ и 200 мкм конфокальной апертуры 5.

15 При использовании данного устройства этап «Обработка данных» на фигуре 3 осуществляется следующим образом.

Анализируется зависимость нормированной интегральной интенсивности Рамановского рассеивания, линии нулевого фона GR1 от глубины под поверхностью образца.

При наблюдении значительного уменьшения указанного выше параметра на глубине,
20 меньшей, чем 10 микрон, данный алмаз идентифицируется как потенциально «подвергнутый ионной бомбардировке».

При наблюдении значительного уменьшения указанного выше параметра на глубине от 500 до 2000 микрон данный алмаз идентифицируется как потенциально «Подвергнутый электронному облучению».

25 Если не наблюдается никакого значительного уменьшения указанного выше параметра на глубинах, больших, чем 2000 микрон, данный алмаз идентифицируется как потенциально «Подвергнутый нейтронному облучению».

Если наблюдается значительное уменьшение указанного выше параметра на глубине от 15 до 35 микрон, данный алмаз идентифицируется как «Подвергнутый естественному
30 облучению».

Глубина, на которой осуществляется значительное уменьшение, может определяться путем дифференцирования сигнала и определения того, где лежит минимум, с использованием стандартных математических алгоритмов. Форма зависимости может сравниваться с ожидаемой формой путем обращения к хранимым ссылочным файлам
35 зависимостей.

Фигуры 4a, 4b и 5

Фигура 4a изображает спектр фотолюминесценции/Рамановский спектр, записанный с использованием конфокального спектрометра с линзой 4 объектива $\times 100$ и 50 мкм конфокальной апертурой 5. Кривые на фигуре 4a представляют собой зависимости для
40 разных глубин под поверхностью, при этом кривая 0 записывается на поверхности. Рамановская линия алмаза находится приблизительно на 691 нм и изображена как острый пик интенсивности. Нормировка фигуры 4b достигается путем соотношения интегральной интенсивности люминесценции GR1 с интегральной интенсивностью Рамановской линии алмаза. Если Рамановский сигнал падает до значений, меньших, чем 10 процентов от
45 своего начального значения, считается, что фокальная точка зонда больше не находится внутри алмаза. Путем выбора соответствующей решетки, детектора на основе матрицы с зарядовой связью и позиции, соответствующей центральной длине волны решетки спектрометра (в спектрометре 8), как сигнал GR1, так и Рамановский сигналы, могут быть получены в одном и том же спектре. Программное обеспечение, такое как то,
50 которое поставляется вместе с конфокальным спектрометром LabRam Infinity, конфигурируется для обеспечения изображения зависимости от глубины в реальном времени. Процессор 9 имеет соответствующее программное обеспечение для автоматической индикации того, является ли алмаз облученным естественно или

искусственно.

Центр площадки алмаза 1 сначала позиционируют в фокальной точке лазерного луча, и спектры записывают через 10 мкм интервалы, по мере того как алмаз 1 перемещается вверх, по направлению к линзе 4 объектива, которая фокусирует лазер. Этот процесс является эквивалентным сбору спектров по мере того как фокальная точка лазера сканируется внутри алмаза 1, через его площадку.

Как можно увидеть на фигуре 4b, для естественно альфа- облученного алмаза, люминесценция GR1 является по существу ограниченной в пределах 30 мкм от поверхности, в то время как (как показано на фигуре 5) для алмаза, искусственно облученного электронами, люминесценция GR1 является значимо интенсивной на расстояниях более 1 мм под поверхностью (необходимо отметить разные масштабы фигур 4b и 5).

Фигура 6

Фигура 6 изображает нормированную интегральную кривую интенсивности для алмаза, подвергнутого ионной бомбардировке, зависимость отличается от той, которая изображена на фигурах 4b и 5, а также масштабы сильно отличаются, при этом глубина имплантации является очень малой.

График нормированной интегральной интенсивности люминесценции GR1 для алмаза, подвергнутого бомбардировке нейтронами, должен представлять собой горизонтальную линию, опять же, отличающуюся от спектров фигуры 4b и фигуры 5.

Примеры детектирования дублетов

В одном из пригодных для использования устройств лазер 7 представляет собой He-Cd лазер, имеющий выходную мощность 10-100 МВт, на длине волны 325 нм. Лазер 7 может применяться вместе с конфокальным микроскопом 3 и спектрометром 8 в качестве Infinity Confocal Spectrometer, производится JY Horiba. Детектируется люминесценция примерно от 330 примерно до 450 нм. В алмазе данная система дает возможность для зондирования глубины от 0 до 500 мкм, с использованием линзы 4 объектива $\times 100$ и 50 мкм конфокальной апертуры 5. Глубины от 0 до 10 мм могут зондироваться с использованием линзы 4 объектива $\times 20$ и 200 мкм конфокальной апертуры 5.

Выбирая соответствующую решетку, детектор на основе матрицы с зарядовой связью и позицию, соответствующую центральной длине волны, решетки спектрометра (в спектрометре 8), как сигнал GR1, так и Рамановский сигналы, могут быть получены в одном и том же спектре. Программное обеспечение, такое как то, которое поставляется вместе с конфокальным спектрометром LabRam Infinity, конфигурируется для обеспечения изображения зависимости от глубины в реальном времени.

Процессор 9 имеет соответствующее программное обеспечение для автоматической индикации того, является ли данный алмаз дублетом. На этапе "Обработка данных" фигуры 3 программное обеспечение нормирует интегральную интенсивность линии N3 нулевого фона по отношению к интегральной интенсивности Рамановской линии алмаза.

Анализируется зависимость нормированной интегральной интенсивности Рамановского рассеивания, линии N3 нулевого фона от глубины под поверхностью образца. Если наблюдается значительное уменьшение или увеличение указанного выше параметра, алмаз будет упоминаться как возможный дублет. Если зависимость будет почти плоской (и ненулевой), данный алмаз будет проходить как 'не дублет'. Как и выше, если Рамановский сигнал падает ниже чем до 10 процентов от его начального значения, можно считать, что фокальная точка зонда больше не находится в алмазе.

Фигура 7

Фигура 7 представляет собой, типичный спектр фотолюминесценции/Рамановский спектр для естественного алмаза типа 1a, собираемый конфокально, при комнатной температуре, при возбуждении 325 нм He-Cd лазером. Он содержит линию N3 нулевого фона, на 415 нм, вместе со связанной с ней колебательной структурой на больших длинах волн. Более чем 95% всех естественных алмазов имеют линию N3 нулевого фона; те, которые не имеют ее, отсортировываются заранее. Спектр также содержит Рамановскую

линию, приблизительно на 339 нм, изображенную как острый пик интенсивности.

Фигура 8

Фигура 8 представляет собой подобный же спектр для синтетического алмаза, полученного с помощью CVD. Он не содержит линии N3 нулевого фона на 415 нм или

5 связанной с ней электронно-колебательной структуры.

Фигуры 9a и 9b

Фигуры 9a и 9b изображают измеренные с помощью конфокального микроскопа зависимости от глубины, нормированной люминесценции N3, для первого дублета, который

10 круглый бриллиант, частично состоящий из естественного алмаза типа 1a, а частично из синтетического алмаза, полученного с помощью CVD. Он имеет коронку из синтетического алмаза, полученного путем CVD, и граница раздела между данным компонентом и компонентом естественного алмаза, как известно, находится на 0,86 мм ниже площадки, при этом общая глубина камня составляет 3,19 мм.

15 Центр площадки дублета 1 сначала позиционируют в фокальной точке лазерного луча и спектры записывают через 100 мкм интервалы, по мере того как дублет 1 перемещается вверх, по направлению к линзе 4 объектива, которая фокусирует лазер. Этот процесс является эквивалентным сбору спектров по мере того, как фокальная точка лазера сканируется в дублете 1, через площадку алмаза.

20 Как описано выше, расстояние, проходимое фокальной точкой лазера внутри камня, является приблизительно в 2,51 раза большим, чем расстояние, проходимое самим камнем. На фигуре 9a горизонтальная ось представляет собой расстояние, проходимое камнем, из положения, в котором его площадка находится в фокальной точке лазера. На фигуре 9b горизонтальная ось представляет собой данное расстояние, умноженное на

25 2,51. Это приблизительно соответствует глубине положения фокальной точки луча лазера под площадкой алмаза.

Изменение на графиках фигур 9a и 9b не является резким из-за относительно плохого разрешения, на тех глубинах, которые зондируются, и интервалов между измерениями. Однако точная глубина границы раздела обычно не представляет собой проблемы, а

30 только то, существует ли граница раздела или нет.

Фигуры 10a и 10b

Фигуры 10a и 10b почти соответствуют фигурам 9a и 9b, но изображают спектры для второго дублета, который также формируют только для экспериментальных целей. Второй дублет представляет собой круглый бриллиант, частично состоящий из естественного

35 алмаза типа 1a и частично из алмаза, полученного путем CVD. Он имеет коронку из естественного алмаза типа 1a, и граница раздела между данным компонентом и компонентом синтетического алмаза, полученного путем CVD, находится на 0,75 мм ниже, чем площадка, при этом общая глубина камня составляет 1,64 мм.

Второй дублет позиционируют так же, как и для первого дублета на фигурах 9a и 9b.

40 Если только контекст четко не требует иного, в настоящем описании и в формуле изобретения слова «включают в себя», «включающий» и тому подобное должны рассматриваться как включающие в себя противоположность исключительному или исчерпывающему смыслу; то есть, скажем, в смысле «включающий в себя, но не ограничивающийся этим».

45 Настоящее изобретение описано выше исключительно для примера, и модификации могут осуществляться в контексте настоящего изобретения.

Формула изобретения

1. Устройство для автоматической индикации изменений в материале, внутри

50 ювелирного алмаза, содержащее средства облучения алмаза для стимулирования испускания люминесценции, при этом стимулирующее излучение способно проникать по всей глубине алмаза, средства для автоматического детектирования люминесценции на различных глубинах по глубине алмаза; исключая люминесценцию, которая не находится в

фокальной плоскости, при этом фокальная плоскость может сканироваться непосредственно через алмаз от самой верхней точки до самой нижней точки алмаза, средства для автоматического сравнения значений люминесценции, детектируемой по глубине таким образом, что обеспечивается детектирование изменения в материале, из которого состоит алмаз, и средства, реагирующие на указанное сравнение средств сравнения и предназначенные для автоматической индикации указанного изменения в материале.

2. Устройство по п.1, в котором детектируется и сравнивается интенсивность спектральной характеристики люминесценции.

3. Устройство по п.1, в котором средства детектирования располагаются таким образом, что глубина, на которой детектируется люминесценция, автоматически перемещается на заданные приращения.

4. Устройство по п.1, в котором средства для автоматического сравнения включают в себя программное обеспечение для анализа скорости изменения люминесценции с глубиной, для идентификации границы раздела или изменения в материале.

5. Устройство по любому из предыдущих пунктов, в котором стимулирующее облучение фокусируется в глубине данного алмаза и люминесценция регистрируется путем сбора люминесценции с указанных различных глубин.

6. Устройство по п.5, которое сконструировано для осуществления технологии, которая по существу предотвращает детектирование люминесценции, которая не находится в фокальной плоскости, на указанной глубине.

7. Устройство по п.5, которое сконструировано для осуществления конфокальной технологии.

8. Устройство по п.5, в котором средства детектирования содержат конфокальный спектрометр.

9. Устройство по п.1, в котором детектируемая люминесценция нормируется путем ее соотношения с характеристикой испускания люминесценции всех алмазов.

10. Устройство по п.9, в котором указанное характерное испускание люминесценции представляет собой Рамановское рассеяние.

11. Устройство по п.1, которое выполнено с возможностью осуществления индикации того, был ли данный алмаз искусственно облучен, для изменения его окраски, при этом средства индикации индицируют, был ли алмаз искусственно облучен.

12. Устройство по п.5, которое выполнено с возможностью осуществления индикации того, был ли данный алмаз искусственно облучен, для изменения его окраски, при этом средства индикации индицируют, был ли алмаз искусственно облучен.

13. Устройство по п.12, в котором осуществляется использование конфокальной методики.

14. Устройство по п.1, которое выполнено с возможностью осуществления индикации того, был ли данный алмаз подвергнут ионной бомбардировке для изменения его окраски, при этом средства индикации индицируют, был ли алмаз подвергнут ионной бомбардировке.

15. Устройство по п.5, которое выполнено с возможностью осуществления индикации того, был ли данный алмаз подвергнут ионной бомбардировке для изменения его окраски, при этом средства индикации индицируют, был ли алмаз подвергнут ионной бомбардировке.

16. Устройство по п.15, в котором осуществляется использование конфокальной методики.

17. Устройство по п.1, которое выполнено с возможностью осуществления индикации того, был ли данный алмаз искусственно облучен, для изменения его окраски, при этом средства индикации индицируют, был ли алмаз искусственно облучен, или выполнено с возможностью осуществления индикации того, был ли данный алмаз подвергнут ионной бомбардировке для изменения его окраски, при этом средства индикации индицируют, был ли алмаз искусственно облучен, в котором средства облучения вызывают люминесценцию

от оптического центра GR1.

18. Устройство по п.5, которое выполнено с возможностью осуществления индикации того, был ли данный алмаз искусственно облучен, для изменения его окраски, при этом средства индикации индицируют, был ли алмаз искусственно облучен, или выполнено с
5 возможностью осуществления индикации того, был ли данный алмаз подвергнут конной бомбардировке для изменения его окраски, при этом средства индикации индицируют, был ли алмаз искусственно облучен, в котором средства облучения вызывают люминесценцию от оптического центра GR1.

19. Устройство по любому из пп.1-4, 9-11, 14 и 17, в котором стимулирующее
10 облучение представляет собой облучение с длиной волны примерно от 500 примерно до 740 нм.

20. Устройство по п.5, которое выполнено с возможностью осуществления индикации того, был ли данный алмаз искусственно облучен, для изменения его окраски, при этом средства индикации индицируют, был ли алмаз искусственно облучен, и/или выполнено с
15 возможностью осуществления индикации того, был ли данный алмаз подвергнут ионной бомбардировке для изменения его окраски, при этом средства индикации индицируют, был ли алмаз подвергнут ионной бомбардировке, и стимулирующее облучение представляет собой облучение с длиной волны примерно от 500 примерно до 740 нм.

21. Устройство по п.19, в котором стимулирующее облучение представляет собой
20 облучение на длине волны примерно 633 нм.

22. Устройство по п.20, в котором стимулирующее облучение представляет собой облучение на длине волны примерно 633 нм.

23. Устройство по любому из пп.1-4, 9-11, 14 и 17, в котором детектируется люминесценция на длине волны примерно от 680 примерно до 800 нм.

24. Устройство по п.5, в котором детектируется люминесценция на длине волны
25 примерно от 680 примерно до 800 нм.

25. Устройство по п.1, которое выполнено с возможностью осуществления индикации того, является ли алмаз естественным/синтетическим дублетом.

26. Устройство по п.15, в котором осуществляется использование конфокальной
30 методики.

27. Устройство по п.5, которое выполнено с возможностью осуществления индикации того, является ли алмаз естественным/синтетическим дублетом.

28. Устройство по п.1, в котором средства облучения вызывают люминесценцию оптического центра N3, вызывая появление линии N3 нулевого фона.

29. Устройство по п.5, в котором средства облучения вызывают люминесценцию оптического центра N3, вызывая появление линии N3 нулевого фона.

30. Устройство по любому из пп.1-4, 9, 10, 25 и 28, в котором стимулирующее облучение представляет собой облучение с длинами волн примерно от 300 примерно до
400 нм.

31. Устройство по п.5, в котором стимулирующее облучение представляет собой облучение с длинами волн примерно от 300 примерно до 400 нм.

32. Устройство по п.30, в котором стимулирующее облучение представляет собой облучение с длиной волны примерно 325 нм.

33. Устройство по п.31, в котором стимулирующее облучение представляет собой
45 облучение с длиной волны примерно 325 нм.

34. Устройство по п.30, в котором детектируется люминесценция на длинах волн примерно от 330 примерно до 450 нм.

35. Устройство по п.31, в котором детектируется люминесценция на длинах волн примерно от 330 примерно до 450 нм.

36. Устройство по п.30, в котором детектируется люминесценция на длинах волн
50 примерно от 330 примерно до 450 нм.

37. Устройство по п.31, в котором детектируется люминесценция на длинах волн примерно от 330 примерно до 450 нм.

38. Способ оценки качества ювелирного алмаза, для детектирования того, существует ли изменение в материале внутри алмаза, включающий в себя использование устройства по любому из пп.1-4, 9-11, 14, 17, 25 и 28, где изменение в материале индицируется автоматически.

5 39. Способ оценки качества ювелирного алмаза для определения, существует ли изменение в материале внутри алмаза, включающий в себя использование устройства по п.5, где изменение в материале индицируется автоматически.

40. Способ по п.39, который осуществляется с использованием конфокальной методики.

10 41. Способ по п.38, в котором алмаз представляет собой полированный драгоценный алмаз.

42. Способ по п.39, в котором алмаз представляет собой полированный драгоценный алмаз.

43. Способ по п.40, в котором алмаз представляет собой полированный драгоценный алмаз.

15

20

25

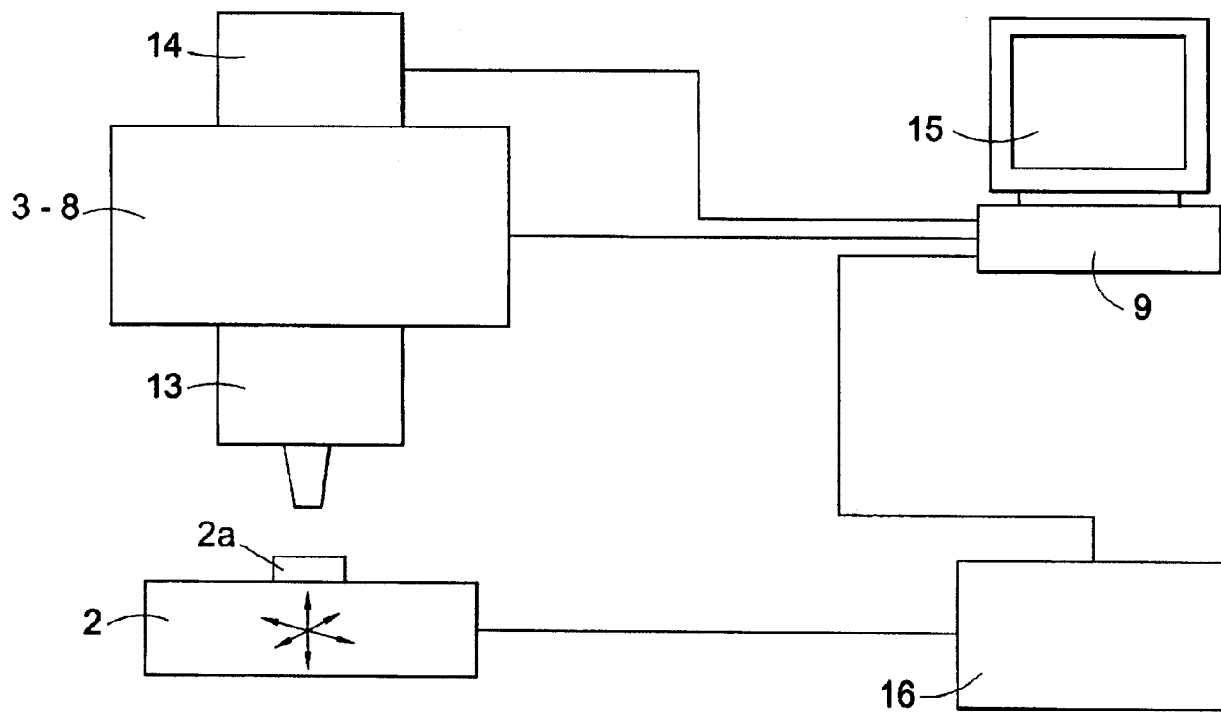
30

35

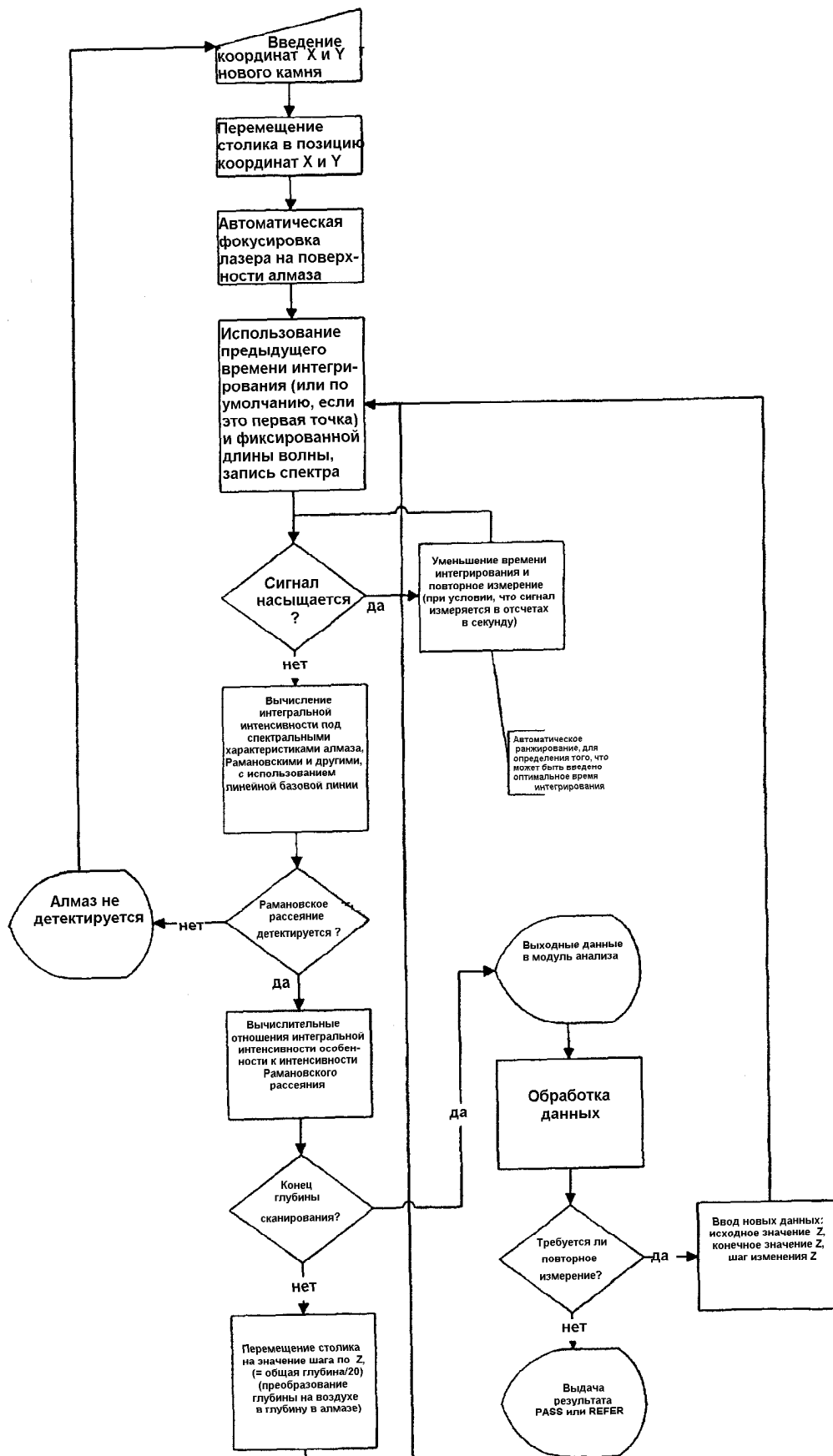
40

45

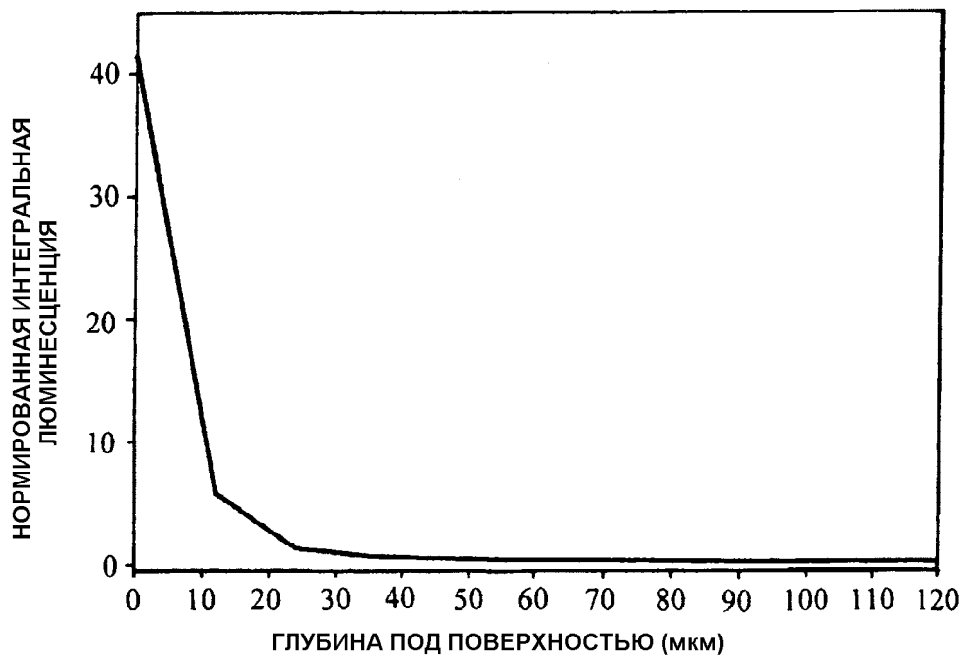
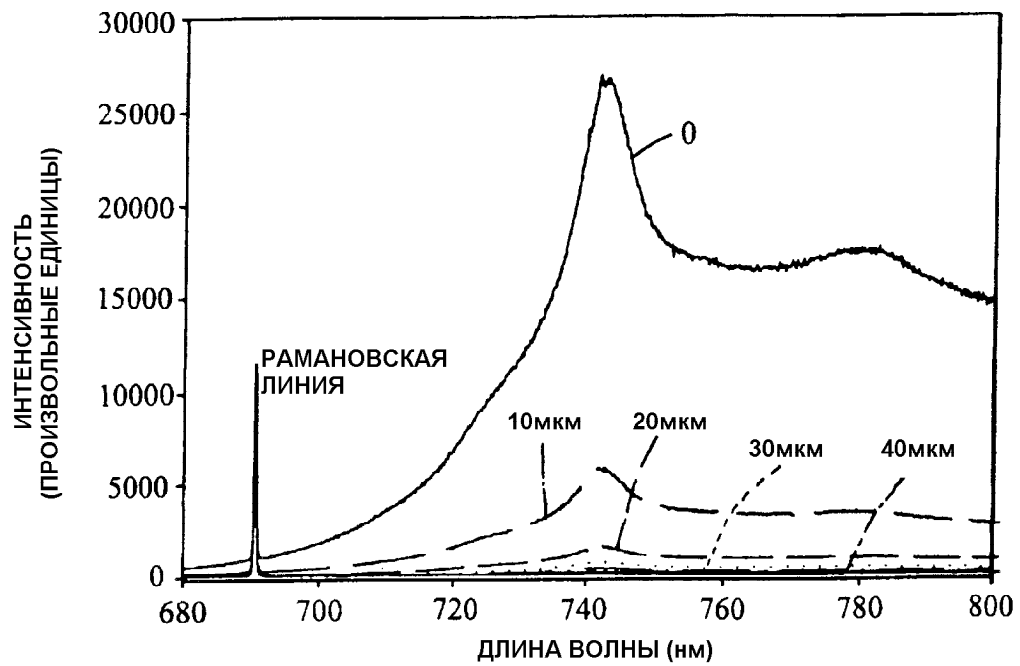
50

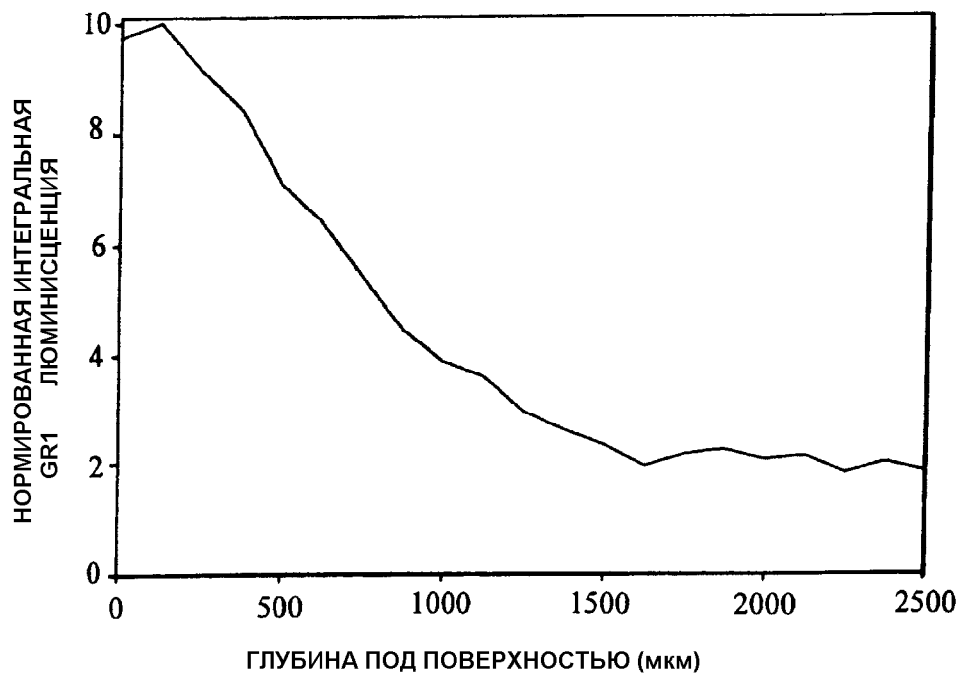


ФИГ.2

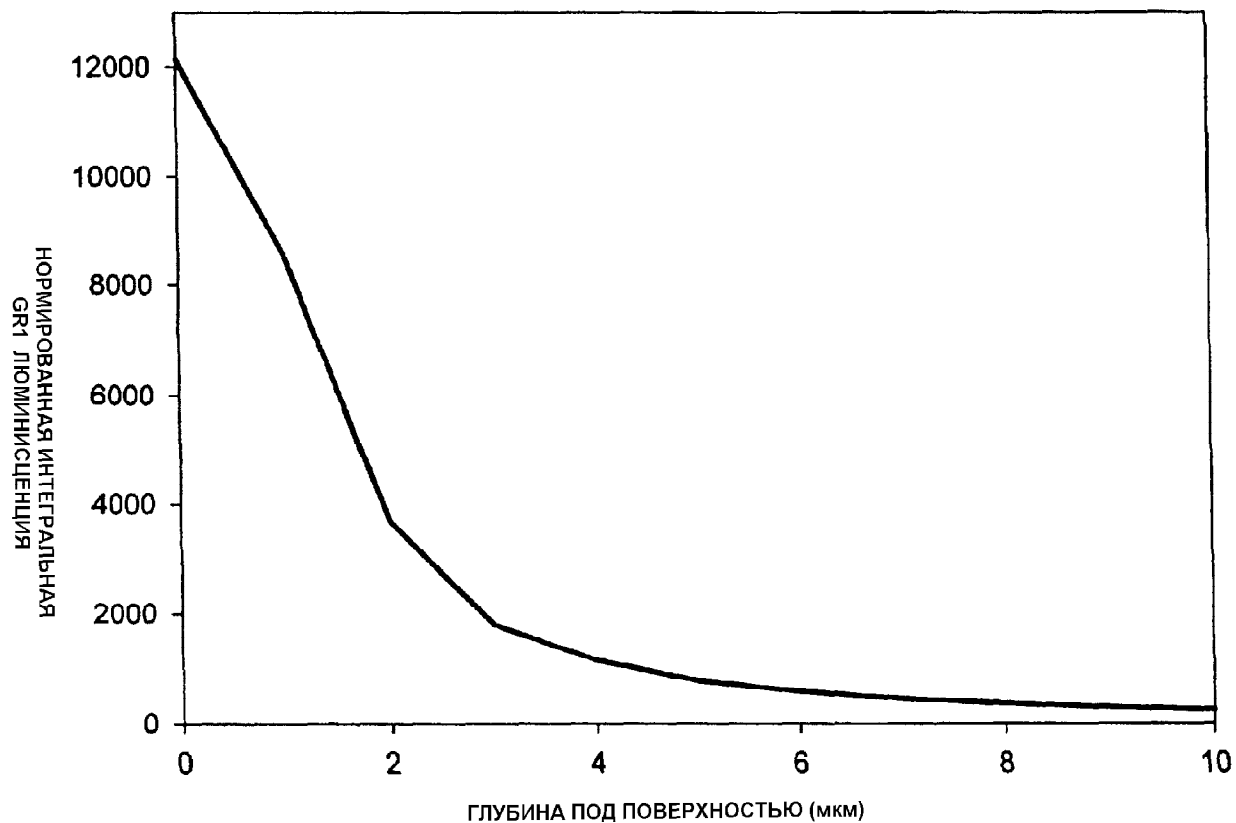


ФИГ.3

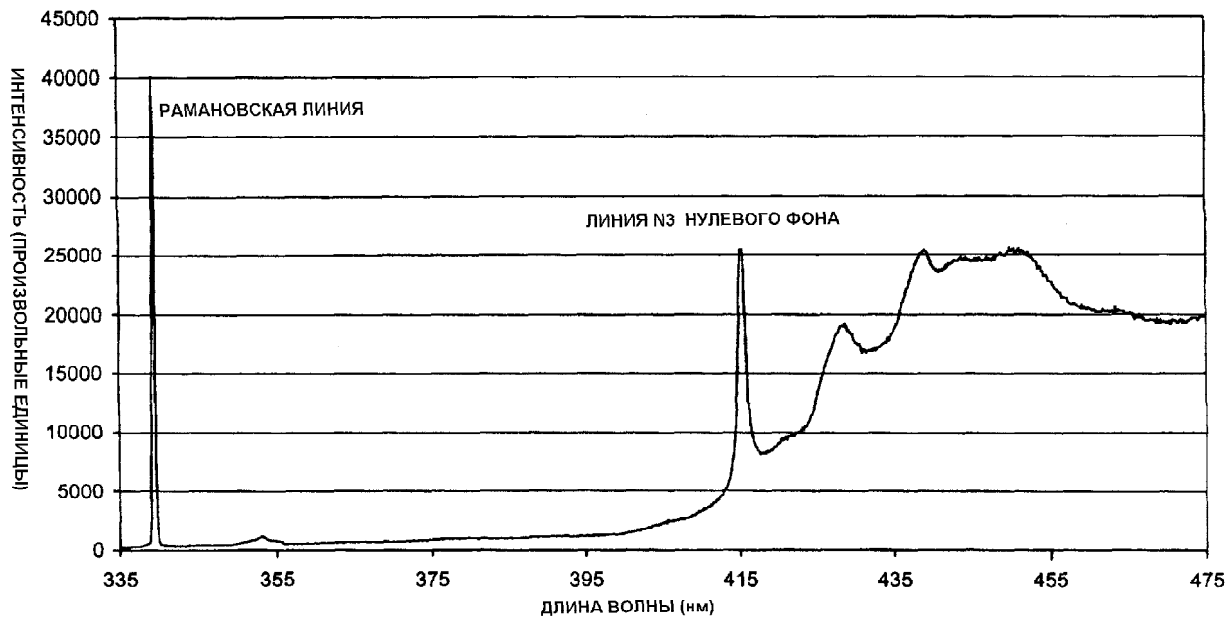




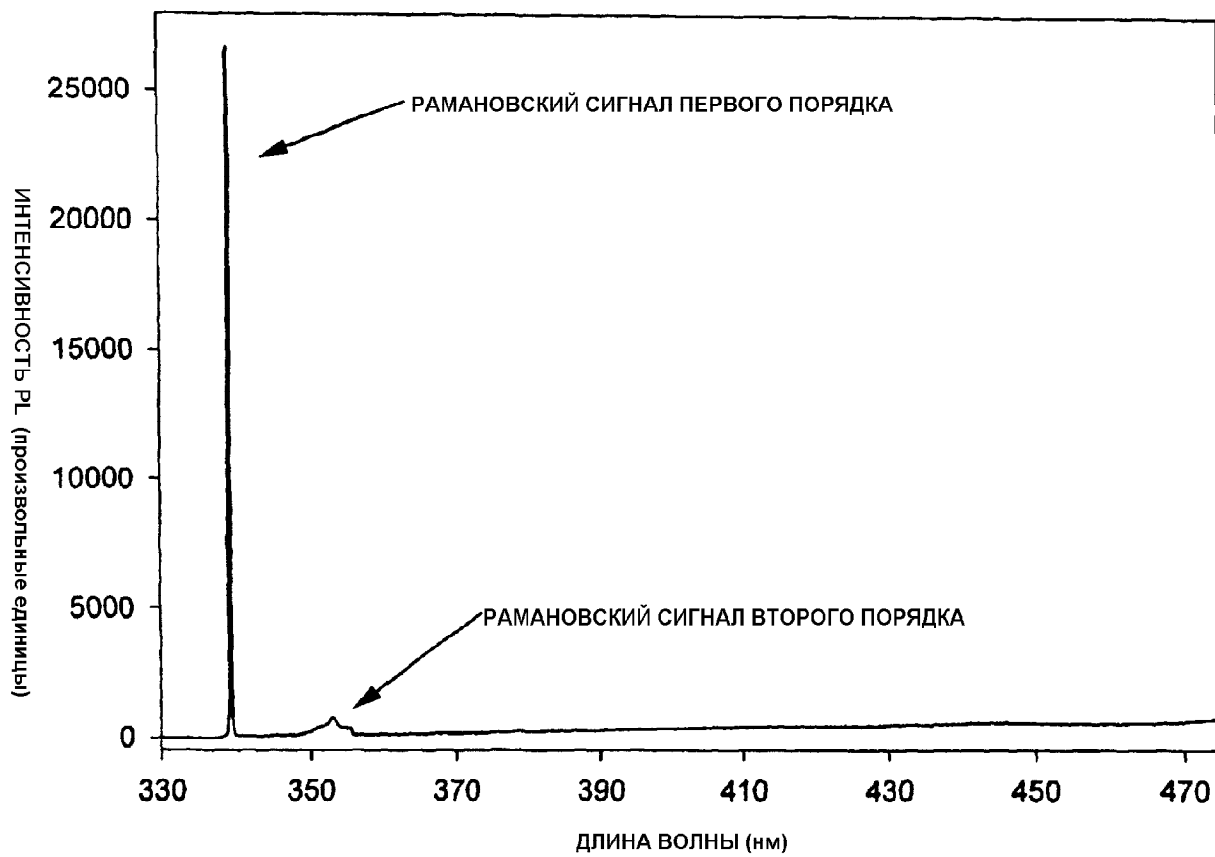
ФИГ.5



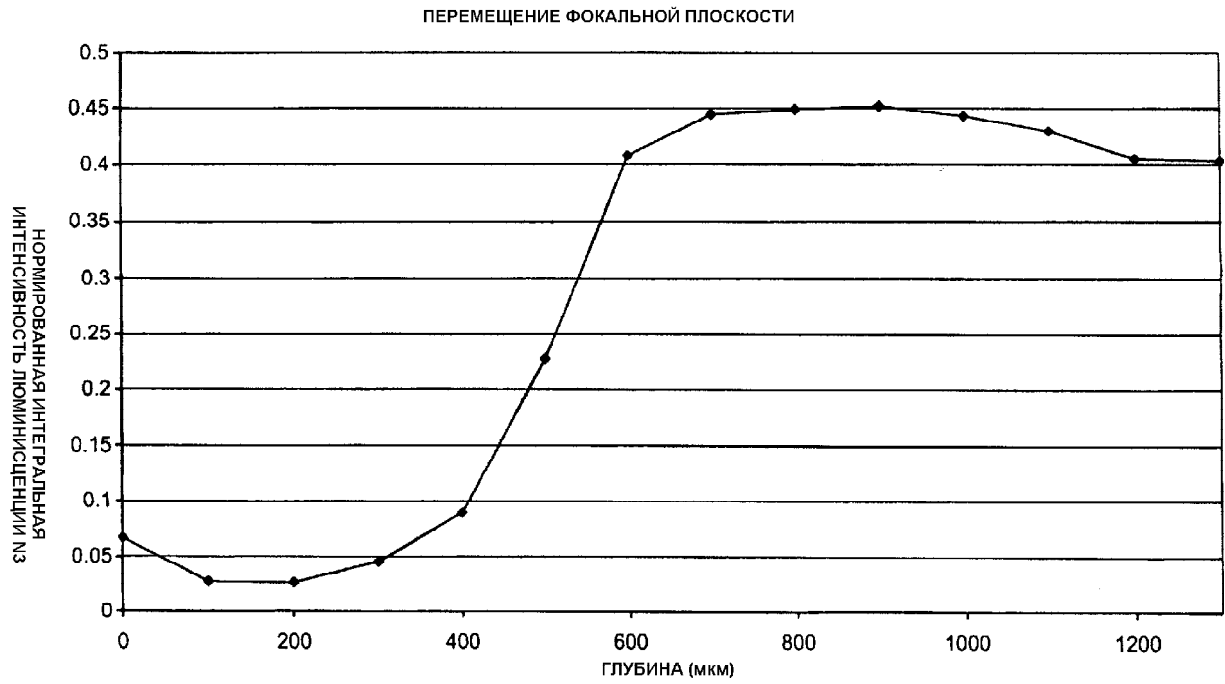
ФИГ.6



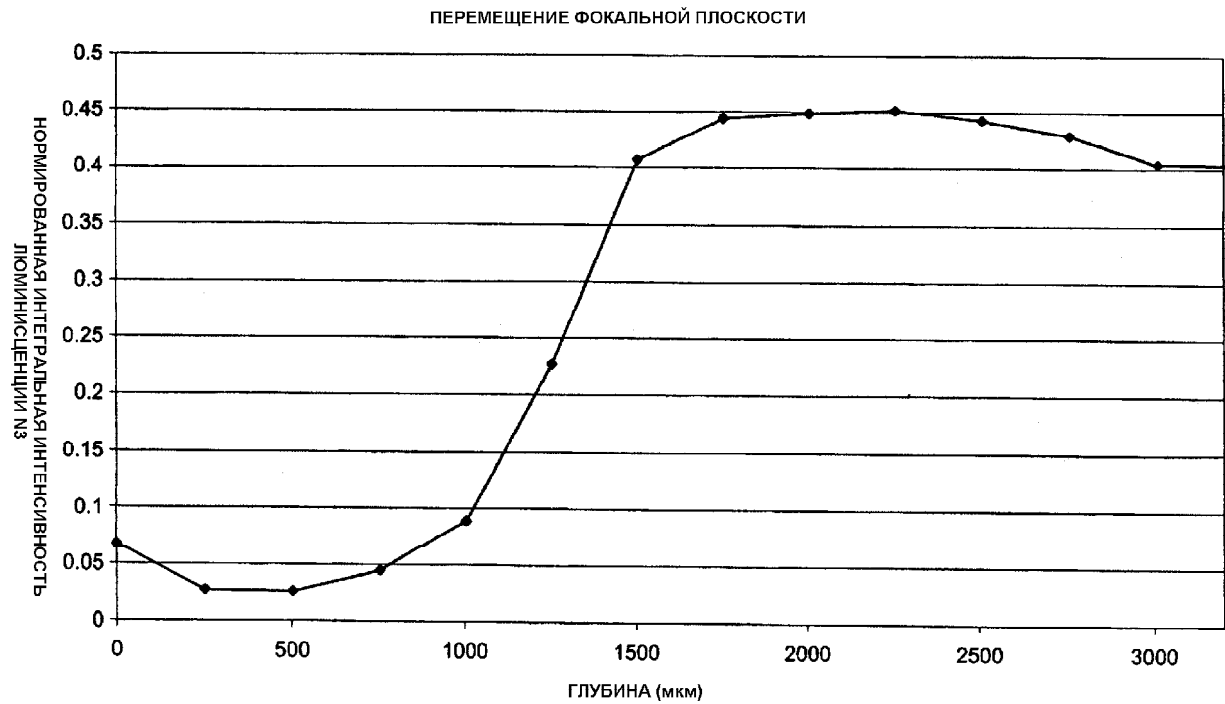
ФИГ.7



ФИГ.8

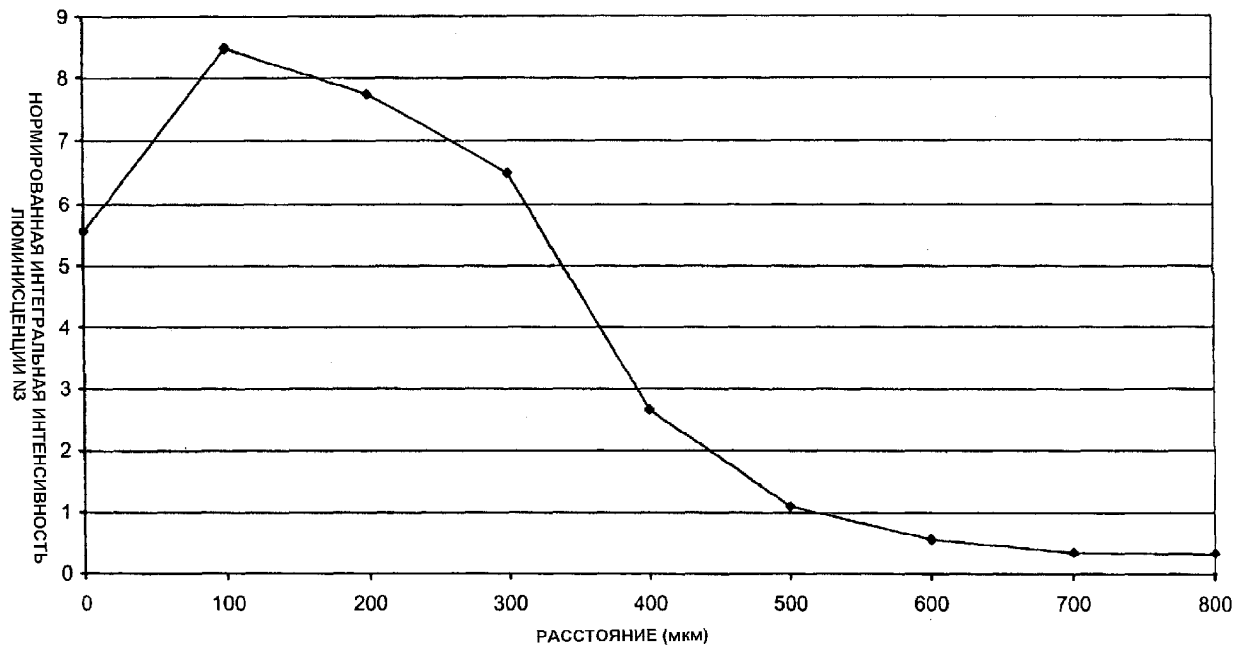


ФИГ.9а



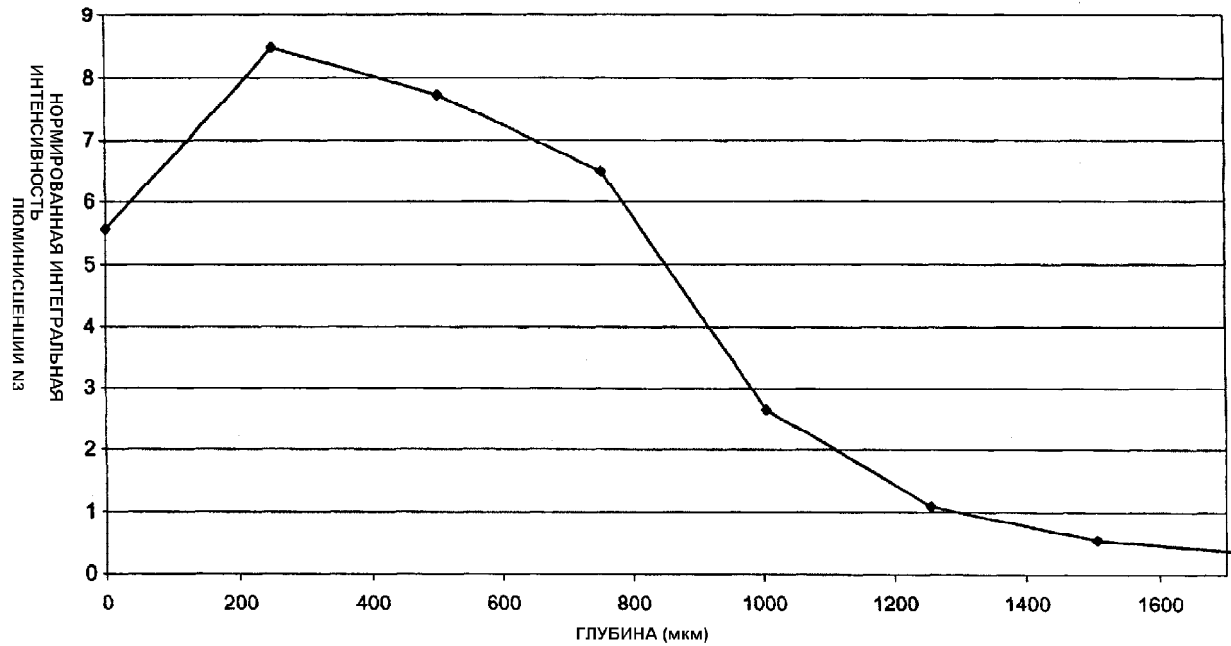
ФИГ.9b

ПЕРЕМЕЩЕНИЕ АЛМАЗА



ФИГ.10а

ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ФОКАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ



ФИГ.10б