

Изобретение относится к украшениям, ювелирным изделиям и бижутерии.

Известен искусственный ювелирный камень [1], который полностью или частично образован твердым оплавленным пучком, содержащим множество стекловолокон, расположенных параллельно основанию. Светопроводящие волокна содержат каждое стержень диаметром 2-80 мкм с высоким показателем преломления и оболочку с более низким показателем преломления. Световоды соединены между собой посредством сплавления оболочек. Пучок огранен таким образом, чтобы существовала часть лицевой поверхности, касательная плоскость v которой была бы параллельна осям световодов. В этом случае, падающий на камень свет рассеивается таким образом, что на лицевой поверхности камня образуется яркая полоса - сияние, перпендикулярная осям световодов. Контраст полосы по сравнению с остальной частью камня большой, так как свет, падающий на торцы волоконно-оптических световодов, проходит без поглощения и рассеяния сквозь тело камня и практически не попадает в глаз наблюдателя, если не смотреть вдоль световодов на источник света, а свет, падающий на боковые поверхности сердцевин световодов под углами, близкими к нормальному, рассеивается в плоскости, перпендикулярной оптическим осям световодов и, попадая в глаз наблюдателя, вызывает эффект сияния. Достоинством описанного искусственного ювелирного камня является простота технологии изготовления, большой выход изделий из заготовок, в отличие от природного сырья, возможность получения цветовых оттенков, не существующих в природе.

Однако, такой камень имеет существенный недостаток, напрямую связанный со структурой камня. Для получения глубины и прозрачности световоды должны быть прозрачны. С другой стороны, для получения насыщенного цвета сияния, необходимо большое поглощение в выбранной области спектра света, распространяющегося в направлении перпендикулярном направлению распространения света в световодах. Но так как путь световых лучей в этом направлении до выхода из камня через лицевую поверхность значительно меньше, чем вдоль световодов, а интенсивность прошедшего света экспоненциально зависит от произведения коэффициента поглощения на пройденный путь, то при введении сколь-нибудь заметного поглощения в оболочку или сердцевину световодов окраска сияния будет получена но одновременно практически скотоводы станут непрозрачными, что приведет к полному пропаданию эффектоо глубины и прозрачности. Так, наши эксперименты показали, что узкий луч света, падающий перпендикулярно осям световода на тонкую пластинку из камня, описанного в патенте, уже при прохождении 150-200 мкм имеет изотропную диаграмму рассеяния в плоскости, перпендикулярной осям световодов. Это значит, что сияние формирует приповерхностный слой камня толщиной 100-300 мкм. В направлении вдоль световодов, камень имеет размер 5-10 мм, что в десятки и сотни раз больше. В связи с этим, данные камни могут иметь только слабую окраску контрастного сияния с сохранением глубины и прозрачности.

В основу изобретения положена задача создать искусственный ювелирный камень, имеющий насыщенный цвет с сохранением контрастного сияния в заданной части лицевой поверхности камня и эффекта прозрачности и глубины.

Эта задача решается тем, что искусственный ювелирный камень имеет ограненную лицевую поверхность и содержит пучок волоконно-оптических световодов (ВС), каждый из которых имеет сердцевину и оболочку, показатель преломления которой меньше показателя преломления сердцевин, при этом соседние световоды жестко скреплены между собой по боковым поверхностям и ориентированы так, что касательная к оптическим осям световодов параллельна касательной к поверхности камня в месте избирательного рассеяния света. Согласно изобретению, световоды скреплены твердой, прозрачной в области видимой части спектра, по меньшей мере частично совпадающей с областью прозрачности световодов средой, коэффициент поглощения которой превышает коэффициент поглощения материала световодов, причем, волоконно-оптические световоды имеют зеркально-гладкую наружную боковую поверхность.

Для увеличения декоративного эффекта, повышения срока службы камня его лицевая поверхность покрыта слоем прозрачного материала.

Для формирования объемной линейной дифракционной решетки, обеспечения когерентного рассеяния света включениями по принципу дифракции Вульфа-Брэгга и получения эффекта благородного опала световоды уложены регулярно.

Возможным вариантом является камень, у которого оси световодов изогнуты, а их кривизна совпадает с кривизной поверхности огранки.

В другом варианте ювелирный камень состоит из по меньшей мере двух, соединенных между собой как одно целое слоев.

Можно изготовить также камень, у которого оптические оси световодов одного слоя расположены под углом к оптическим осям световодов соседнего слоя. Для получения дополнительного цветового эффекта в разных слоях световоды выполнены из материала с различной областью прозрачности. Можно также изготавливать ювелирный камень у которого материал среды по меньшей мере двух соседних слоев имеет разную область прозрачности,

Для получения дополнительного декоративного эффекта ювелирный камень выполняют в виде вставки в ювелирное изделие, имеющей опорную поверхность, причем световоды в нем расположены под углом к опорной поверхности, а опорная поверхность снабжена дополнительным декоративным элементом. Можно изготавливать декоративный элемент украшения в виде аппликации, жестко закрепленной на опорной поверхности. Можно также декоративный элемент украшения выполнить в виде гравировки в теле камня.

Еще одним вариантом камня является камень, у которого оболочка световодов состоит по меньшей мере из двух слоев.

Искусственный ювелирный камень, выполненный в соответствии с настоящим изобретением, обеспечивает декоративный эффект, связанный с реализацией комплекса - яркого сияния в заданной части камня и насыщенного цвета с сохранением эффекта глубины и прозрачности на остальной части лицевой поверхности камня.

На фиг. 1 и 2 изображен ювелирный камень с ограненными лицевой и опорной поверхностями в форме кабошона, вид сверху и сбоку, область сияния; на фиг. 3-5 - сечение ювелирного камня в двух проекциях; на

фиг. 6 - ход лучей, падающих на торцы световодов; на фиг. 7 - ход световых лучей, падающих на среду, скрепляющую световоды; на фиг. 8 - ход световых лучей, падающих на боковую поверхность световодов и на скрепляющую световоды среду в сечении, перпендикулярном осям световодов; на фиг. 9 - ювелирный камень с дополнительным декоративным элементом.

На фиг. 1 и 2 показан внешний вид ювелирного камня 1. Камень имеет ограниченную лицевую поверхность 2. Штриховкой показана область поверхности с сиянием 3, в которой касательная 4 параллельна оптическим осям световодов 5.

Камень состоит из параллельно уложенных волоконно-оптических световодов 6, скрепленных по боковым поверхностям прозрачной средой 7. Световоды состоят из сердцевины 8 и оболочки 9, имеющей коэффициент преломления меньше, чем коэффициент преломления сердцевины. Боковая поверхность световодов 10 - зеркально гладкая. Световоды скреплены между собой прозрачной средой 11, имеющей коэффициент поглощения больше, чем коэффициент поглощения световодов.

Задача изобретения реализуется следующим образом. Пусть на вставку падает параллельный пучок световых лучей. Все лучи можно разбить на две группы, отличающиеся по характеру отражения и преломления. Лучи 12, падающие на торцы ВС (фиг. 6) и лучи 13, падающие на боковую поверхность ВС (фиг. 7). Лучи 12, падающих проходят без рассеяния и поглощения по световодам и выходят из камня на другом конце световода в угловой апертуре, соответствующей апертуре падающих лучей. Угол между нормалью к торцам ВС и осями ВС меняется в зависимости от кривизны поверхности, пересекающей ВС (фиг. 7). Часть лучей 12, падающих на торцы ВС вводятся в ВС, пленяются и распространяются вдоль ВС, а часть проходит через световоды и попадает на боковую поверхность ВС, расположенных за ними. Эти лучи становятся аналогами лучей 13.

Иной характер распространения лучей 13, падающих на боковую поверхность ВС или на среду, скрепляющую световоды (фиг. 7). Падающие лучи проходят через зеркально-гладкую боковую поверхность световода (без диффузного рассеяния на его поверхности) в световод и проходят через него как через цилиндрическую линзу, испытывают множественное преломление и отражение на световодах и его боковых поверхностях, испытывают поглощение в скрепляющей световоды среде 11 и выходят из тела камня. На фиг. 8 показана траектория лучей 13, падающих на камень перпендикулярно оптическим осям световодов. Видно, что лучи расщепляются на систему лучей, распространяющихся в угле 2θ в плоскости, перпендикулярной оси ВС и содержащей падающие лучи. При падении лучей 13 на ВС под некоторым углом к оси ВС, характер рассеяния остается прежним. Лучи также рассеиваются в угле 2θ , хотя рассеянные лучи уже не лежат в одной плоскости. Таким образом, лучи 13, падающие на боковую поверхность ВС рассеиваются в широком угле, причем в рассеянии принимают и глуболежащие ВС и проходят по поглощающей среде 11. Это приводит к тому, что практически от каждого луча 13 часть энергии, окрашенная поглощением в среде 11 распространяется в направлении наблюдателя, если он находится в плоскости падения луча 13, независимо от его угла падения на боковую поверхность ВС, и наоборот, лучи 12, падающие на торцы ВС, проходят через вставку и выходят в узком конусе углов, соответствующих углу падения на торец. Это приводит к тому, что интенсивность рассеянного света с поверхности вставки, расположенной вблизи линии или плоскости, где касательная к поверхности вставки параллельна оптическим осям ВС оказывается в десятки раз больше, чем для боковой поверхности, где осуществляется преимущественное падение лучей 12, распространяющихся к противоположной стороне камня без рассеяния. Если на камень падает рассеянный свет, то для любой точки наблюдения найдется набор лучей, которые будут формировать избирательное преломление и рассеяние лучей с поверхности камня, где касательная к поверхности параллельна ВС, в зону наблюдения. К ним будут примешиваться и рассеянные в объеме камня лучи, попадающие на торцы ВС, но не пленяющиеся световодами, а проходящие вглубь камня. Эта часть рассеянного света будет снижать контраст сияния и приводить к слабой равномерной окраске камня. Однако, так как коэффициент поглощения скрепляющей среды превышает коэффициент поглощения в ВС, то в зону наблюдения будет выходить только часть лучей, рассеянных приповерхностными ВС, окрашенных поглощением в среде 7.

Цель достигается при любом скачке показателя преломления между средой и ВС. Однако, чем больше апертура ВС, тем более выраженный эффект и тем более яркое сияние. При апертуре ВС 0,8-1,0 контраст в освещенности между областью 9 поверхности камня и боковой поверхностью достигает 50. Понятно, что для лучей 13 и среда, и ВС должны быть прозрачны хотя бы в некоторой узкой области оптического спектра. Если же области прозрачности ВС и среды имеют только узкую область применения, то боковая поверхность камня и яркая область 3 будут иметь разный цвет. Чем больше различие в коэффициентах поглощения среды и световодов, тем интенсивнее окраска камня. Если полоса поглощения среды совпадает с полосой поглощения световодов и отличается только величиной, то камень будет иметь на темном фоне яркую полосу, а в области наблюдения вдоль световодов он будет светлым. Причем, даже при равномерном "оглощении" в видимой области спектра камень будет иметь преимущественную окраску в некоторой части спектра из-за дисперсии материала среды и ВС и соответственно - разной длины пути света разных участков спектра до выхода его из камня. Так как боковая поверхность световодов зеркально-гладкая, то в отличие от природных камней не происходит диффузного рассеяния света, результатом чего и является большой контраст и яркость сияния, ощущение глубины. При рассмотрении камня в направлении вдоль осей ВС он прозрачен в области прозрачности ВС. Для увеличения эффективности рассеяния оболочка ВС может быть многослойной. При этом существенно увеличивается рассеяние и яркость сияния. Если поверхность камня является плоской, то характер рассеяния определяется углом между осями ВС и нормалью к поверхности вставки. Для достижения цели не существенна форма сечения ВС. Сечение может быть кругом, овалом, каплевидной формы и т.д., желательно только, чтобы сохранялось постоянство сечения вдоль ВС и поверхность была зеркально-гладкой. Камень может содержать слои, в каждом из которых световоды параллельно уложены, но оси ВС в разных слоях не параллельны. В этом случае вся поверхность камня будет состоять из областей, в которых падающий свет будет иметь характер лучей 12 или 13. Соответствующим образом будут распределены и области сияния.

Камень может состоять из блоков и некоторые блоки могут иметь сложную криволинейную форму, оси ВС в таких блоках будут изогнуты. Если их кривизна будет совпадать с кривизной поверхности огранки, то в каждой точке такой поверхности касательная к ней будет параллельна касательной к осям ВС. Применение таких блоков позволяет получить крестообразное сияние, типа звездчатого сапфира.

Перед сплавлением оболочек или полимеризацией среды в объем будущего камня при необходимости помещают трубку из подходящего материала. Это устраняет операцию сверления крепежных отверстий, что упрощает изготовление украшений.

Пример 1. Жгут стеклянных ВС, прозрачных в видимой области света, с диаметром сердцевин 5 мкм, коэффициентом преломления 1,65 и оболочкой толщиной 1 мкм с коэффициентом преломления 1,45. На световоды наносят слой толщиной 0,2 мкм, которым при прогреве будут скреплены между собой световоды. Коэффициент поглощения материала среды -100 см⁻¹ в желто-красной области спектра.

Жгут под давлением и при температуре размягчения оболочек выдерживают, пока не произойдет сплавление дополнительной оболочки (скрепляющей среды). Из полученного монолита изготавливают ювелирный камень с полированной поверхностью в форме кабошона таким образом, чтобы оси ВС были параллельны основанию. На поверхности кабошона вдоль линии, соединяющей перпендикуляры к оси приповерхностных ВС появится область яркого сияния красно-коричневого цвета. В зависимости от кривизны огранки (выпуклости), область сияния будет шире или уже. Сияние видно, благодаря большому контрасту, при любой интенсивности освещения, позволяющей увидеть украшение и с любого направления наблюдения, при котором область сияния не экранируется от наблюдения боковой поверхностью.

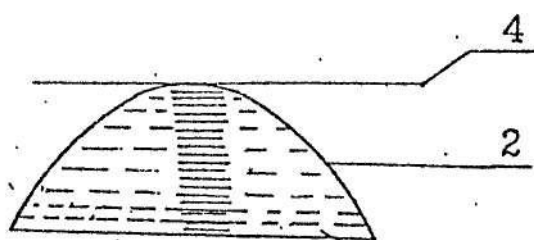
Пример 2. Ювелирный камень, изготовленный по примеру 1, но сверху покрыта тонким слоем прозрачного материала. При этом увеличивается контраст и появляется иллюзия цветовых оттенков из-за дополнительного спектрально-зависимого преломления на границе прозрачного слоя.

Пример 3. Ювелирный камень по примеру 1. но среда, в которую помещены ВС имеют узкую полосу прозрачности в желто-красной области. Сердцевин ВС прозрачны в этой же области спектра и дополнительно в синей области. В этом случае область сияния будет иметь желто-красный оттенок, а боковая поверхность будет изменять цвет от очень слабой интенсивности желто-красного до яркого синего при изменении угла наблюдения от нормального к осям ВС до наблюдения вдоль осей ВС наблюдении.

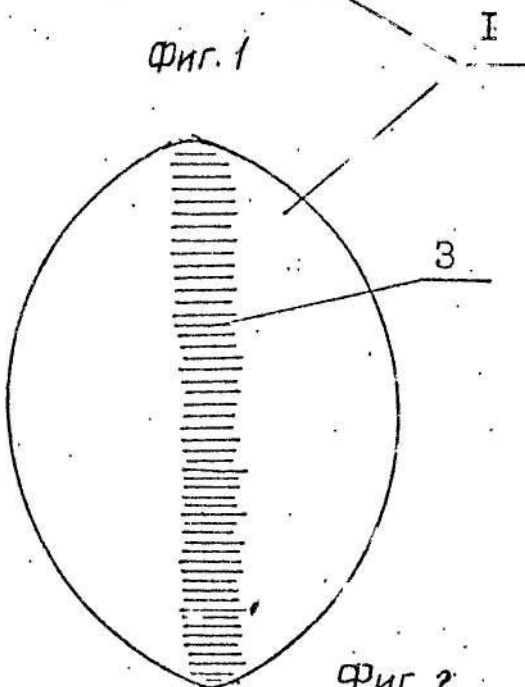
Пример 4. Ювелирный камень выполнен из пластика (прозрачная среда), в который погружены параллельно уложенные ВС. Область прозрачности сердцевин ВС меняется слоями в направлении от основания вставки к ее вершине. Оболочка прозрачна только в какой-то узкой области спектра. В этом случае ювелирный камень будет цветной.

Пример 5. Ювелирный камень содержит ВС с диаметром сердцевин 0,45-0,6 мкм и оболочкой толщиной 0,05-0,1 мкм, скрепленные между собой средой, имеющей поглощение 10 см⁻¹. Максимальная толщина среды не превышает 0,1 мкм. Так как регулярность укладки волокон высока, рассеяние и преломление света имеет характер объемной дифракции Вульфа-Брэгга. Поэтому, область сияния оказывается окрашенной в монохроматические цвета. Так как из-за нарушений регулярности укладки волокон существуют физические ограничения на максимальный размер камня, в котором происходит когерентное рассеяние света, необходимое для осуществления дифракции Вульфа-Брэгга, то для проявления эффекта опала необходимо исключить участие в рассеянии областей, где такое рассеяние происходит. В данном случае поглощающая среда ограничивает вклад в рассеянное излучение лучей, проникающих глубоко в камень.

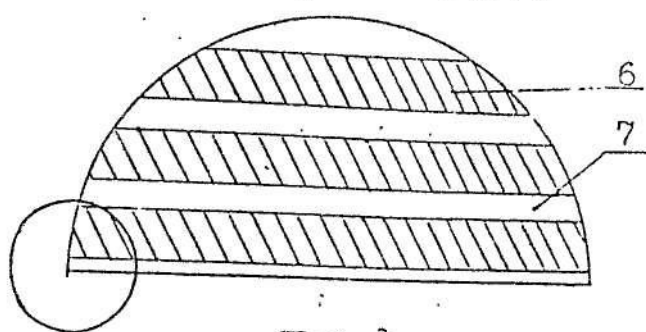
Пример 6. Изготавливают блок параллельно уложенных ВС, скрепленных между собой средой по примеру 1. Из него изготавливают вставку в ювелирное изделие с криволинейной поверхностью таким образом, чтобы оси световодов были наклонены к основанию вставки на некоторый угол, например 30° (фиг. 6). Область сияния 9 оказывается смещенной относительно центра. Под основанием закреплен дополнительный декоративный элемент украшения или нанесена гравировка на основании. Его изображение будет передано на лицевую поверхность вставки. Таким образом, на поверхности вставки будет наряду с сиянием цветное изображение (если этот элемент цветной) дополнительного декоративного элемента украшения. Причем, если его расположить на некотором расстоянии от передающей поверхности на основании, как это показано на фиг. 9, то изображение будет размытым, что улучшает зрительное восприятие. Таким элементом может быть нумерация, знак Зодиака и т.д.



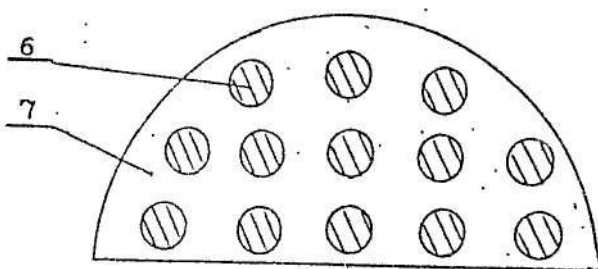
Фиг. 1



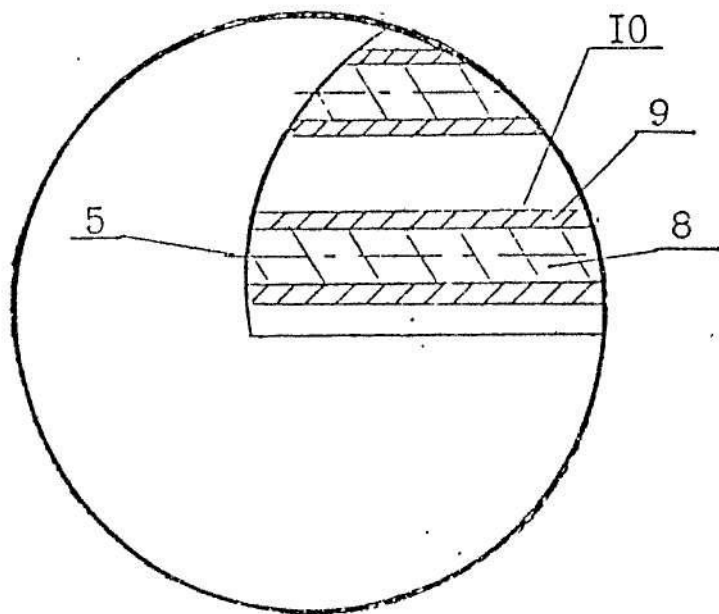
Фиг. 2



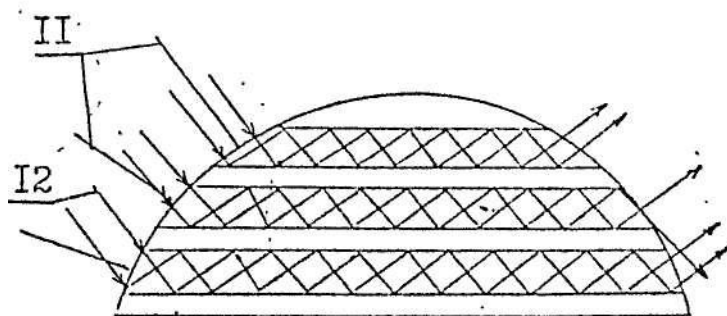
Фиг. 3.



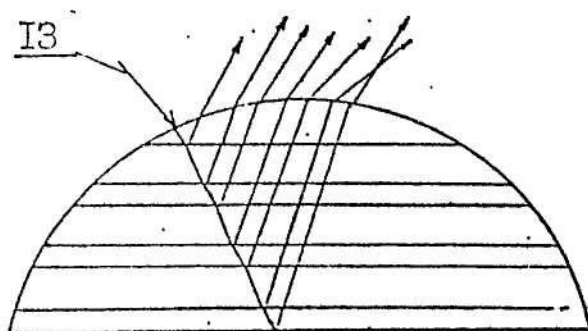
Фиг. 4



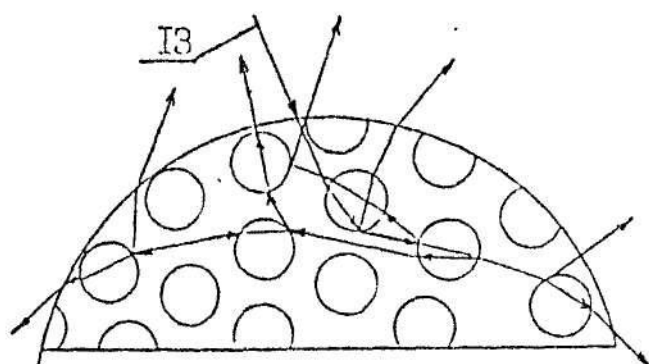
Фиг. 5



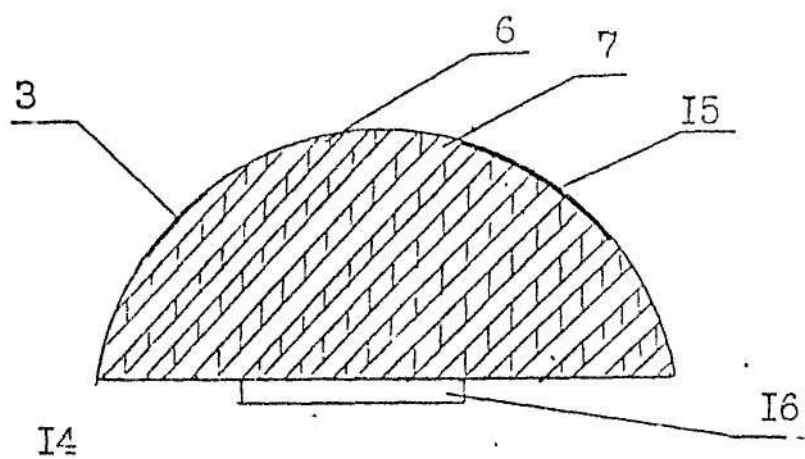
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9