**©ПОЛЯКОВ С. П.**

**ЛАЗЕР В РАБОТЕ**

**АННОТАЦИЯ**

*Все полупроводниковые приборы имеют кристаллическую структуру. Билтоны атомов излучателя лазеров располагаются параллельно плоскости основания прибора, а производные электрические пострино и трансэлпосы перемещаются в перпендикулярном направлении навстречу друг другу по эфанам Ариадны.*

*Коренная вистра, потерявшая производную вистру, создает вектора адрат, которые из эфира синтезируют новую производную вистру. Электрон восстанавливает свою целостность. Фотон приобретает самостоятельность и устанавливает размер серии, в соответствии с количеством квантов действия в сериях фотона. В лазере скорость перемещения фотонов равна С/n, где С – скорость света, n –показатель преломления среды.*

*Усечение серий производных электрических пострино всегда равно , где - диэлектрическая проницаемость слоев полупроводников, расположенных над полупроводником излучателя.*

*Расчет энергии будущего фотона, который излучается лазером, можно рассчитать заранее.*

*Электронно-дырочная проводимость отсутствует в природе.*

**СОДЕРЖАНИЕ**

Термины

1. Введение в физику лазеров
2. Атрисная физика излучения полупроводникового лазера
3. Диэлектрическая проницаемость полупроводника

Выводы

Литература

**ТЕРМИНЫ**

**Пострино производное** – синтезируется в результате подсоединения энергии пострино к сериям спола первым рядом квантонов спола. У главного пострино задача доставить электрон после излучения к ядру того же атома, а производных пострино обеспечить перемещение электрона в промежутках, в которых отсутствует возможность перемещения их на главном пострино.

**Пострино главное** – пострино, синтезируемое эпострисом, которое располагается симметрично ему и сразу же увеличивает размер серий до комптоновской длины волны.

**Трансэлпос** – это главное пострино, на котором перемещается электрон тока.

**Эфана Ариадны** −ситуационная кольцевая эфана, замыкающая цепь тока источника ЭДС. Она синтезируется атомом, который получил избыточную энергию накануне возможной его ионизации.

**Вистра коренная** – вистра, синтезируемая из гравитона в момент радиоактивного распада нейтрона.

**Вистра производная** – вистра, синтезируемая коренной вистрой для компенсации магнитного поля коренной вистры.

**Диэлектрическая проницаемость** – это свойство полупроводников усекать серии трансэлпосов при выходе из ядер атомов пограничного слоя в новую среду (полупроводниковый отрицательный переход).

**1. ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИКУ ЛАЗЕРОВ**

Типы полупроводниковых лазеров:

Существует большое разнообразие полупроводниковых лазеров, охватывающих широкие области параметров и используемые в различных областях применений.

Несмотря на то, что можно создать полупроводниковый лазер с практически любой длиной волны в диапазоне от ближнего УФ до ближнего ИК, существует стандартный набор длин волн лазеров, оптимизированный для различных применений.

Например, для накачки [твердотельных](http://laser-portal.ru/content_125) и волоконных лазеров, на основе Nd / Yb / Er / Tm (808nm, 915nm, 938nm, 976nm, 980nm, 1064nm, 1470nm, 1540nm), рамановской спектроскопии и др.

Полупроводниковые лазеры – это лазеры с излучающей средой на основе полупроводников, где генерация, как правило, происходит за счет вынужденного излучения фотонов при «межзонных переходах» электронов в условиях высокой концентрации носителей в зоне проводимости. Формально, полупроводниковые лазеры являются [твердотельными лазерами](http://laser-portal.ru/content_125), однако их принято выделять в отдельную группу, т.к. они имеют иной принцип работы.

Схематически процесс возникновения усиления в полупроводниках (для обычных случаев «межзонных переходов») показан на рисунках 1-2.

Большинство полупроводниковых лазеров являются диодами с контактом между *n*-легированными и *р*-легированными полупроводниковыми материалами и накачкой электрическим током. Есть также полупроводниковые лазеры с оптической накачкой, где носители генерируются за счет поглощения возбуждающего их света, и квантово каскадные лазеры, где используются «внутризонные переходы».

Основными материалами для полупроводниковых лазеров являются:

* GaAs (арсенид галлия)
* AlGaAs (арсенид галлия - алюминия)
* GaP (фосфид галлия)
* InGaP (фосфид галлия - индия )
* GaN (нитрид галлия)
* InGaAs (арсенид галлия - индия)
* GaInNAs (арсенид-нитрид галлия индия)
* InP (фосфид индия)
* GaInP (фосфид галлия-индия)

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **Рис.1. Накачка и излучение полупроводниковых лазеров.** | **Рис.2. Схема энергетических уровней полупроводникового лазера.** |

Перечисленные полупроводники являются прямозонными; полупроводники с непрямой запрещенной зоной, такие как кремний, не обладают сильным и эффективным световым излучением. Так как энергия фотона лазерного диода близка к энергии запрещенной зоны, полупроводниковые композиции с разными энергиями запрещенной зоны позволяют получить излучение с различными длинами волн. Для трех- и четырехкомпонентных проводников энергия запрещенной зоны может плавно изменяться в некотором диапазоне. В AlxGa1-xAs, например, повышение содержание алюминия (рост *х*) приводит к уширению запрещенной зоны.

Помимо вышеупомянутых неорганических полупроводников, могут также использоваться органические полупроводниковые соединения для полупроводниковых лазеров. Соответствующая технология еще молодая, но она бурно развивается, так как перспективы дешевого и массового производства таких лазеров весьма привлекательны. До сих пор были продемонстрированы органические полупроводниковые лазеры только с оптической накачкой, так как по разным причинам трудно достичь высокой эффективности за счет электрической накачки.

Полупроводниковые приборы широко используются в промышленности и быту и требуют дальнейшего совершенствования. Отсутствие знания о реальных процессах, протекающих при работе полупроводниковых приборов, не дает возможности осознанно управлять изготовлением и работой полупроводниковыми приборами. Абстрактные понятия: зона проводимости; валентная зона; межзонные переходы; дырки, которые для электронов обеих зон завуалированы «количественными распределениями Ферми-Дирака», зацементировали ошибочные гипотезы, превратив их в «истину».

Только реальное знание протекания физики элементарных процессов в полупроводниковых приборах, открывает возможность управления тонким миром на уровне 10-100м и 10-100с, который недоступен для инструментальных методов измерений.



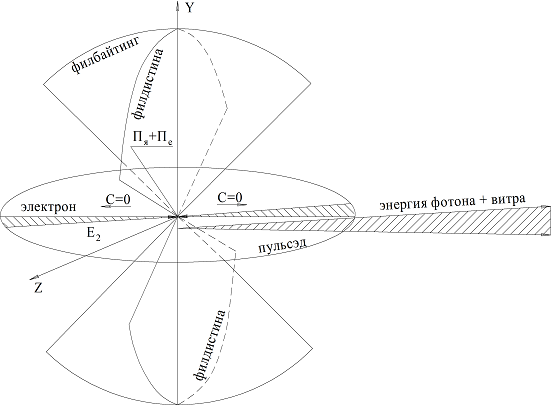
**Рис. 3. Структура слоев атомов полупроводникового лазера.**

**2. АТРИСНАЯ ФИЗИКА ИЗЛУЧЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ЛАЗЕРА**

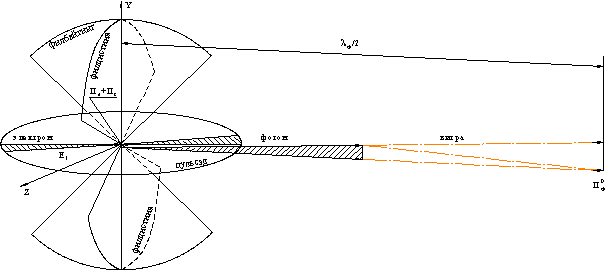
Параметры и физические свойства полупроводникового лазера:

1. Излучение фотонов в полупроводнике лазера осуществляют атомы легирующего металла.
2. Распределение атомов легирующего металла в объеме полупроводника лазера должно быть равномерным.
3. Подвод тока к полупроводниковому лазеру должен быть осуществлен таким образом, чтобы эфаны Ариадны распределялись равномерно в сечении полупроводника − излучателя.
4. Атомы легирующего металла полупроводникового лазера могут излучать фотоны в соответствии со своим спектром, однако их энергия должна быть меньше энергии ионизации.
5. Фотоны не должны поглощаться в полупроводнике лазера.
6. Электроны тока трансэлпосов проходят через полупроводники лазера, не вступая ни в какие взаимодействия с ядрами атомов излучателя. Исключение составляют атомы, которые создают в полупроводнике омическое сопротивление.
7. Электроны проводимости ядер атомов металлов излучателя устанавливают силовую связь с усеченными производными пострино, которые движутся навстречу потоку трансэлпосов, если их энергия равна энергии одному из энергий фотонов, излучаемых ядрами атомов легирующего металла. Задача слоев полупроводников и переходных слоев, расположенных над излучающим слоем состоит в том, чтобы уменьшить энергию до энергии излучения атомов легирующих элементов. Следовательно, все слои, расположенные над излучающим слоем, должны быть строго регламентированы, для создания соответствующих потоков энергий производных электрических пострино.
8. Энергия усеченных серий встречного потока производных электрических пострино должна быть равна энергии фотона, излучаемого полупроводниковым лазером.
9. Управление величиной энергии серий встречного потока производных электрических пострино можно осуществлять за счет изменения напряжения смещения, а при изготовлении лазера − за счет подбора смежных слоев полупроводников, которые пересекаются этим потоком.
10. Усечение энергии производных электрических пострино определяется свойствами переходных слоев полупроводникового лазера.
11. Эфаны Ариадны проходят через все полюса ядер атомов, которые расположены по принципу минимизации расстояния в направлении источника тока. В рабочем теле энергия выделяется в виде фотонов, а полупроводник лазера не нагревается.
12. Нагрев полупроводника лазера происходит в соответствии с его омическим сопротивлением.
13. Энергия, излучаемая лазером, не включается в КПД лазера, так как встречный поток производных электрических пострино не регистрируется в виде омического сопротивления.
14. Усеченные производные электрические пострино, установившие силовую связь с полюсом ядра атома, увлекаются электрическими векторами квантонов вистр электрона и располагают их вдоль производной вистры, которая располагается вдоль всей серии атрино. Первые квантоны производной вистры электрона устанавливают с первыми усеченными квантонами пострино силовую связь. Мгновенно серии избыточной энергии расширяются до размеров четверти длины волны будущего фотона вместе с производн6ой вистрой. Вистра превращается в витру, которая устанавливает в своих сериях количество векторов адрат в соответствии с количеством квантов действия в сериях избыточной энергии (усеченных сериях).
15. Оставшаяся у электрона коренная вистра мгновенно (10-61 сек) синтезирует из квантонов эфира новую производную вистру такую же, какую получил фотон. И электрон начинает свой новый полупериод циклических колебаний атринов.
16. Необходимо отметить, что атрины электронов не могут подсоединять к себе избыточную энергию в принципе.
17. Усеченные производные пострино поглощаются объединенным ядром атома только при строго заданной величине энергии. Если энергия отличается от заданной, пострино проходят через полюс ядра и движутся дальше по эфане Ариадны.
18. Заранее предусмотрена возможность создания лазера на основе полупроводника, в котором растворены атомы металла, способного излучать энергию с заданной величиной (в соответствии со спектром излучения данного атома). Возникает мысль, что лазерное излучение предусмотрено заранее, т.е. Разум предопределил существование лазера.
19. Угол раскрытия крайних серий фотона в вакууме и газах равен 600. При вхождении фотонов в прозрачную среду, а также их синтезе в полупроводниковом выпрямителе, силовая связь векторов квантонов серий с средой приводит к уменьшению амплитуд пульсаций векторов квантонов. Однако, циклическая частота колебаний серий сохраняется постоянной. Скорость перемещения фотонов в среде уменьшается в n-раз в соответствии с уменьшением амплитуды пульсаций векторов атрисов квантонов в n-раз. Угол раскытия крайних серий в среде уменьшается и становится таким же, как и во всех атринов системы ядра, т.е. равен 12`.
20. Самое большое расстояние между крайними сериями фотона в среде не превышает 0,1 нм. Поэтому фотоны практически не сталкиваются с ядрами атомов. При столкновении с ядром атома происходит рассеяние света. Луч света в среде всегда виден.

Трансэлпосы движутся по эфанам Ариадны через слои (рис. 4) полупроводникового лазера навстречу техническому направлению тока, а направление движения производных электрических пострино по эфанам Ариадны совпадает с техническим направлением тока.



**Рис. 4. Энергия фотона, получив систему управления – витру (серии витры расположены параллельно и вдоль серий фотона), устанавливает количество векторов адрат равное количеству квантов действия, увеличивает размер серий фотона, и фронт фотона располагается перпендикулярно к направлению движения.**



**Рис. 5. Выход из ядра атома витры фотона происходит под действием выталкивающей силы синтезированного ею витриса, а затем происходит формирование первого полюса** **фотона.**

Конструкция полупроводникового прибора определяет будущее распределение эфан Ариадны по сечению слоев полупроводника. Состав материала и чередование слоев полупроводникового прибора может существенным образом изменять ориентацию эфан Ариадны в сечении полупроводника, что определяет его физические свойства. Поэтому, при одной и той же плотности тока через полупроводниковый прибор могут проявляться разные физические свойства. В глобальном представлении, оперируя только с величиной слоев полупроводника и полупроводниковых положительных и отрицательных переходов, можно в широких пределах регулировать мощность излучения полупроводникового лазера.

Самыми ходкими элементами для создания полупроводниковых приборов являются германий (Ge), у которого относительная диэлектрическая проницаемость колеблется в пределах , и кремний .

При создании полупроводниковых кристаллических структур, в виде параллельных напыленных слоев атомов, проводимость кристалла будет определяться направлениями действия напряженности электрического поля и чередованием слоев полупроводник-переход.

Энергия серий трансэлпоса, не израсходовавшаяся на сопротивление, сохраняется такой же как она была на входе. В системе источника ЭДС, вне полупроводникового прибора, энергия серий трансэлпосов должна сохраняться постоянной и равной Wт.

Дальше такие пострино по цепи не могут перемещаться. Слои билтонов атомов рабочего тела лазера должны быть расположены перпендикулярно к потокам производных электрических пострино и трансэлпосов. Кроме того, лазерное излучение необходимо форматировать при помощи непрозрачного и полупрозрачного зеркал.



**Рис. 6. Сечение многонуклонного атома без расилшуба (углерод).**

**3. ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ ПОЛУПРОВОДНИКА**

Ядра атомов не являются симметричными. Пакет нуклонов располагается так, что реперный протон находится только крайним с одной стороны. А весь пакет является его продолжением. Такая структура ядра атома делает его свойства анизотропными, поэтому при напылении металла на поверхность полупроводника реперный протон всегда остается сверху и свойства ядра атома в разных направлениях получаются разными.

Процесс циклических колебаний атринов ядер атомов начинается одновременно для всех ядер атомов системы. При выходе серий атринов на хорды путь их ограничен радиусом наружных вистр ядра атома.

Через четверть периода все серии ядра атома разворачиваются на 90 градусов и направляются вдоль хорд ядра. Затем через следующую четверть периода происходит разворот всех серий к полюсу ядра атома. Все квантоны атринов достигают одновременно полюса ядра атома через четверть периода, и начинают пересекать полюс ядра и через пол периода достигают размера наружных атринов. За полюсом ядра атома остаются отрезки избыточной энергии наружных атринов спанов, внутренних атринов спанов и внутренних атринов пульсэдов.

Только в этот момент, когда достигают все серии атринов максимального значения, возникает силовая связь в полюсе ядра между сторонними трансэлпосами и производными пострино и устанавливаются амплитуды пульсаций в сериях трансэлпосов в соответствии с амплитудой пульсации наружных атринов пульсэда.

Производная вистра биртрона электрона тока устанавливает силовую связь с полюсом ядра атома и сжимается. Электрон прыжком вскакивает в полюс ядра. За полюсом ядра остается избыточная энергия первого атрина электрона, которая способствовала синтезу магнитных пострино электроном. Она аннигилирует.

Отрезки серий трансэлпосов, оставшиеся у полюса ядра атома, отмечают размер сжатых серий трансэлпосов, равных размеру между наружными и внутренними атринами спанов. Серии главного пострино начинают пересекать полюс одновременно с отрезками серий трансэлпосов.

Когда их размер сокращается в соответствии с установленным размером между наружными и внутренними атринами спанов, энергию этих серий принимает на себя вистра биртрона электрона в ядре атома, которая в дальнейшем распределяет эту энергию между всеми наружными атринами спанов.

*Движение трансэлпосов и производных пострино в полупроводнике*

Полупроводники в положительные электрические пострино (главное пострино) входят с одной стороны, а производные пострино – с диаметрально противоположной стороны. Поток главных пострино, при вхождении в полупроводник, не изменяет энергию серий, а при выходе из полупроводникового отрицательного перехода отсекает часть энергии пострино, равную энергии сжатого пострино в размере отрезка серий между наружными и внутренними отрезками атринов спанов после завершения пересечения полюса ядра всеми атринами в размере стандарта нейтрона. Вся эта энергия распределяется между наружными атринами спанов.

При вхождении в полупроводник абсолютно все производные пострино отсекают часть собственной энергии в размере серий между наружными и внутренними атринами, пересекают полюс ядра, а остальные отсекаются и аннигилируют.

В твердой, жидкой и газовой средах магнитные, производные и главные пострино движутся со скорость света и другой скорости у них не бывает. Размеры серий каждого пострино сохраняются величиной постоянной и равной:

нм,

где:- комптоновская длина волны, которая по атрисной физике равна двум радиусам серий вистр биртрона электрона,  - радиус наружных серий атринов пульсэдов ядер атомов, mе- масса электрона, С - скорость света.

Энергия каждого магнитного пострино остается всегда величиной постоянной, однако энергия положительных и отрицательных электрических пострино может изменяться в широких пределах, начиная от величины энергии, эквивалентной энергии магнитного пострино, и достигать значений в тысячи раз больше.

Скорость перемещения электрических пострино в вакууме и воздушном пространстве не зависит от величины их энергии и всегда остается равной скорости света.

Перед каждым полупериодом циклических колебаний эпострис синтезирует главные и производные пострино, движущиеся в противоположных направлениях от сполов иона навстречу друг другу, которые укладываются на кольцевую эфану Ариадны последовательно друг за другом встык, независимо от величины энергии этих пострино.

Контактируя встык между собой вдоль эфаны Ариадны, серии пострино сохраняют свою индивидуальность, а при потере части энергии увеличивают амплитуды пульсаций, сохраняя размер серий (комптоновская длина волны) своего пострино и скорость перемещения по эфане Ариадны.

В проводниках перемещаются электроны тока на трансэлпосах по эфанам Ариадны, и при совпадении полюсов электронов тока с полюсами ядер атомов возникает между ними силовая связь по команде эфаны Ариадны. В проводниках и полупроводниках эфана Ариадны назначает ядра атомов, которые должны установить силовую связь с электронами тока, что позволяет создать видимость сопротивления проводников.

Ядра атомов проводников поглощают энергию второго пострино, идущими за трансэлпосами. (рис. 7).

У полупроводников отсутствует энергия ионизационного порога, однако у них, как и у проводников, возникает силовая связь между полюсами электронов тока и ядрами атомов с частотой, определяемой эфаной Ариадны.

Касание серий трансэлпоса и вистр электронов тока с полюсом ядра атома происходит в момент времени после завершения пересечения полюсов ядер атомов наружных атринов пульсэда и атринов электрона. В момент касания устанавливается силовая связь серий вистр биртрона электрона тока с ядрами атомов. Вистры сокращаются и втягивают электроны тока за время порядка 10-60 сек в полюса ядер атомов. Серии пострино трансэлпоса всегда проходят через полюса ядер атомов в промежуток времени от завершения полупериода циклических колебаний наружными атринами пульсэда и до пересечения полюса наружными атринами спанов.

****

**Рис.7. Пересечение электроном тока ядра атома проводника без сопротивления.**

Какой бы ни была величина энергии пострино трансэлпоса, он всегда успевает перейти полюс ядра атома. Эфана Ариадны заранее назначает полюса ядер атомов, которые должны поглотить энергию второго пострино. Энергия второго пострино может быть поглощена в полюсе ядра атома, только после завершения полупериода циклических колебаний наружными атринов спанов. К полюсу ядра атома вторые пострино подходят к полюсам ядер атомов в момент времени после завершения пересечения полюса наружными атринами пульсэдов. Второе пострино должно удерживаться у полюсов ядер атомов, прежде чем может быть поглощено. Под вторым пострино магнитные вектора атрисов эфаны Ариадны изменяют полупериод пульсаций на 180 градусов, что приводит к пульсации магнитных векторов атрисов квантонов пострино без смещения. Как только завершается полупериод циклических колебаний наружных атринов спанов ядер атомов, вектора атрисов вистр в полюсе втягивают в ядро пульсирующие серии второго пострино. Температура проводника увеличивается.

Надо отметить, что эфана Ариадны представляет собой сплошную ленту из электрических серий квантонов, магнитные вектора которых располагаются перпендикулярно к поверхности ленты эфаны Ариадны. Движение пострино по эфане Ариадны совершается тогда, когда магнитные вектора квантонов эфаны Ариадны колеблются в противофазе с магнитными векторами эфаны Ариадны. Вектора пострино своими концами упираются в магнитные полюса квантонов эфаны Ариадны и отталкиваются от них. Движутся пострино половину периода пульсаций, вторую половину пульсаций движение отсутствует по эфане Ариадны. Если нужно остановить пострино на эфане Ариадны, то ее магнитные вектора квантонов изменяют фазу пульсаций на 180 градусов.

При достижении энергии наружных атринов спанов нулю (стандарт нейтрона) вторые пострино подходят к полюсу ядра атома одновременно с завершением пересечения полюса наружными атринами спана. И эфане Ариадны не нужно изменять направление пульсаций магнитных векторов атрисов квантонов на 180 градусов. Без остановки вторые пострино пересекают полюса ядер атомов. Возникает сверхпроводимость.

*Диэлектрическая проницаемость* – это свойство полупроводников усекать серии трансэлпосов при выходе из ядер атомов пограничного слоя в новую среду (полупроводниковый отрицательный переход).

При этом, серии пострино перед полюсами ядер атомов, уменьшают амплитуду пульсаций так, что вся их энергия должна пройти за время от пересечения полюса наружными атринами пульсэдов до пересечения полюса наружными атринами спанов.

Только в промежуток времени от момента пересечения полюса ядра наружными атринами пульсэдов до момента времени завершения пересечения полюса внутренними атринами пульсэдов, через полюс ядра могут проходить сжатые серии пострино и во всех случаях происходит сжатие пострино перед полюсом до этой величины. Усечение сжатых серий пострино полупроводника происходит в результате того, что наружные атрины спанов ядер атомов завершают полупериод циклических колебаний раньше и вынуждают электрические вектора квантонов яритиса отсекать от пострино лишние участки серий. Энергия и силовое действие пострино уменьшается в раз.

Если эфана Ариадны не наметила ядра атомов для создания сопротивления, то такие трансэлпосы проходят через полюса ядер атомов, не сбрасывая энергии серий пострино и в проводниках и полупроводниках всегда присутствуют ядра атомов, через которые проходят трансэлпосы без изменений (рис. 8).

****

**Рис.8. Пересечение электроном тока на трансэлпосе ядра атома проводника при омическом сопротивлении: П – пострино; ЭА – эфана Ариадны; ПС – пострино сжатые;**

**Т- трансэлпосы.**

При выходе усеченных производных пострино из среды в новую среду, усеченные пострино не сохраняют свою амплитуду пульсаций. Если усеченные ппроизводные пострино входят в новый полупроводник, то на входе они сохраняют прежнюю амплитуду пульсаций. Чтобы произвести усечение пострино второй раз, необходимо чтобы новая среда (второй полупроводник) должен быть отделен от первого полупроводника металлом, который закрепит усечение энергии пострино.

Кстати, лазерное излучение синтезируется встречным потоком производных электрических пострино, а электроны тока и трансэлпосы не принимают участия в синтезе лазерного излучения: они присутствуют при процессе.

При нагреве полупроводника увеличивается энергия наружных серий спанов и время пересечений начала серий трансэлпосов относительно полюсов ядер атомов и меньшая часть энергии серий отсекается от трансэлпосов – сопротивление полупроводников уменьшается. Увеличивается время прохождения усеченных серий трансэлпоса через полюс ядра атома, вследствие увеличения энергии наружных атринов спанов.

**ВЫВОДЫ**

1. Все полупроводниковые приборы имеют кристаллическую структуру. Билтоны атомов излучателя лазеров располагаются параллельно плоскости основания прибора, а производные электрические пострино и трансэлпосы перемещаются в перпендикулярном направлении навстречу друг другу по эфанам Ариадны.

2. Коренная вистра, потерявшая производную вистру, создает вектора адрат, которые из эфира синтезируют новую производную вистру. Электрон восстанавливает свою целостность. Фотон приобретает самостоятельность и устанавливает размер серии, в соответствии с количеством квантов действия в сериях фотона. В лазере скорость перемещения фотонов равна С/n, где С – скорость света, n –показатель преломления среды.

3. Усечение серий производных электрических пострино всегда равно , где - диэлектрическая проницаемость слоев полупроводников, расположенных над полупроводником излучателя.

4. Расчет энергии будущего фотона, который излучается лазером, можно рассчитать заранее.

5. Электронно-дырочная проводимость отсутствует в природе.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Поляков С.П. «Атрисное строение материи», М.: Международный гуманитарный фонд «Знание».-1999, Т.1., 183 с. илл.

2. Поляков С.П. Атрисна фізика електрона: Частина 1.- Черкаси: ЧДТУ. 2006.- 55 с., іл.

3. Поляков С.П. Атрисная структура кристаллов, М.: Информ-Знание, 2007.-191с., илл.

4. Сайт: atrisov.narod.ru, razum-cosmos.narod.ru.

Доктор технических наук, профессор *Поляков Святослав Петрович*

18002, г. Черкассы, бульв. Шевченко, 245, кв.5, дом. тел. 810380472459076.

E-mail: atrisov@yandex.ru