|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Диоды Ганна**   Диоды Ганна – это функциональные приборы, которые реализуют определённую функцию. В частности диод Ганна реализует функцию генератора СВЧ – колебаний.  Впервые явление было открыто Ганном в 1963 г.  Диод Ганна – это объёмный материал на основе GaAs, который при приложении к нему постоянного напряжения в определённом диапазоне, генерирует СВЧ – колебания.    Рис 1    Причинной возникновения СВЧ – колебаний, является наличие на ВАХ, участка с отрицательным дифференциальным сопротивлением (ОДС).  **Зонная диаграмма и ВАХ GaAs.**  GaAs – как полупроводник  Рис 2  Рис 3 | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  | *Лист* |
|  |  |  |  |  |  |
| *Изм* | *Лист* | *№ докум* | *Подпись* | *Дата* |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Эффективная масса **m1\***=0,07**m0** **m**1\*=1,2**m0**  Подвижность **µ1**=600 см**2**/В**\***с **µ2**=150 см**2**/В**\***с  По мере роста приложенного напряжения к образцу GaAs дополнительная энергия, которую приобретают электроны, расположенные в основном минимуме (нижняя долина), возрастает и начинает приближаться к энергии междолинного расщепления.  Электрон начинает перебираться из основного минимума к дополнительному (верхняя долина).  Рис 4  **Вольт – Амперная Характеристика (ВАХ).**    Рис 5 | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  | *Лист* |
|  |  |  |  |  |  |
| *Изм* | *Лист* | *№ докум* | *Подпись* | *Дата* |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| В следствии того, что подвижности **µ1** и **µ2** отличаются сильно, на участке ВАХ проявляется участок с ОДП.    Для GaAs – характерные точки между которыми происходит перераспределение **Еа** и **Ев**  **Еа**=3,2 кВ/см **Ев**=20 кВ/см    Так как в GaAs энергия расщепления меньше ширины запрещённой зоны **E<Eg**, то Ев меньше напряжения лавинного пробоя **Елп** (**Ев<Елп**).  Механизм междолинных переходов приводящих к появлению участка с ОДС, часе всего называют эффектом Ганна.  Такой эффект реализуется в очень малом количестве полупроводников.  Если подвижности **µ1**, **µ2** мало отличаются друг от друга, то на ВАХ появляется характеристика без ОДС.  Зарядовая неустойчивость в структурах с ОДС  Рис 7  При выборе рабочей точки на участке ОДС любая зарядовая неустойчивость будет расти. Например, если в какой – то точке увеличивается отрицательный заряд, это приведёт к уменьшению поля слева от него и увеличивается поле справа от него, но при этом ток слева увеличивается, а справа уменьшается. И объёмный заряд будет расти. И это будет происходить до тех пор, пока заряд не вырастет на столько, что поле **Е1** и **Е3** соответствующие одинаковым токам. После этого рост зарядовой неустойчивости прекратится и, но она будет двигаться по образцу.  В момент выхода объёмного заряда из образца возникает скачок тока и ясно, что время пролёта через образец – есть время соответствующее периоду колебаний тока во внешней цепи.  В случае если ВАХ не имеет участка с ОДС, то зарядовая неустойчивость, вызывающая изменение электрических полей, сама по себе рассасывается.  Рис 8 | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  | *Лист* |
|  |  |  |  |  |  |
| *Изм* | *Лист* | *№ докум* | *Подпись* | *Дата* |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Домены сильного электрического поля в диодах Ганна.**  Рис 9  Рис 10  В GaAs флуктуации приводят к образованию сильного электрического поля, заряд в котором растёт до тех пор, пока токи слева и справа внутри домена не выровняются. Причём внутри домена будут только тяжёлые электроны, а снаружи вне домена – лёгкие электроны. Этот домен электрического поля также движется по образцу и его разрушение на контактах будет соответствовать появлению колебаний тока в цепи. | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  | *Лист* |
|  |  |  |  |  |  |
| *Изм* | *Лист* | *№ докум* | *Подпись* | *Дата* |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Временные параметры диодов Ганна.**      Q - заряд  - время релаксации относительно носителей.      Если мы находимся на участке ОДС, то будет отрицательной и заряд будет не рассасываться, а формироваться.    - Условие формирования, а не рассасывания заряда      Из них следует | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  | *Лист* |
|  |  |  |  |  |  |
| *Изм* | *Лист* | *№ докум* | *Подпись* | *Дата* |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| То есть, эта формула    есть условие конструирования диодов Ганна из GaAs.  W=0,1 мм  =10**7**  **Статистическая ВАХ GaAs.**           Отсюда следует    Экспериментально установлено, что для GaAs k=4 | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  | *Лист* |
|  |  |  |  |  |  |
| *Изм* | *Лист* | *№ докум* | *Подпись* | *Дата* |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| СООТНОШЕНИЕ, ОПИСЫВАЮЩЕЕ ВАХ В ДИОДАХ ГАННА НА ОСНОВЕ GAAS  Рис 11 | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  | *Лист* |
|  |  |  |  |  |  |
| *Изм* | *Лист* | *№ докум* | *Подпись* | *Дата* |