

А. КРУУСИНГ

РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВКЛЮЧЕННОГО СОСТОЯНИЯ В ОДНОРОДНОМ ТИРИСТОРЕ

A. KRUSING. HOMOGEENSE TORISTORI JUHTIVUSE LEVIKU VÖRRANDI LAHENDAMINE
A. KRUSING. A SOLUTION OF THE EQUATION OF PLASMA SPREADING IN A HOMOGE-
NEOUS THYRISTOR

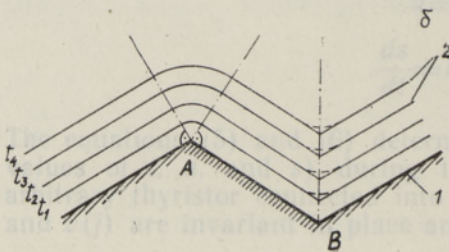
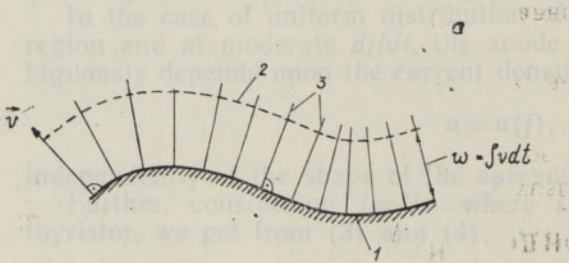
(Представил И. Эпик)

В [1] мы дали дифференциальное уравнение для описания движения границы включенной области в однородном тиристоре

$$(\text{grad } t)^2 = 1/v^2, \quad (1)$$

где t — время и v — скорость распространения включенного состояния. Для нахождения по этому уравнению формы границы полезно использовать аналогию с геометрической оптикой [1], введя взамен понятия световых лучей понятие «лучей распространения включенного состояния», также подразумевая под этим кривые, ортогональные фронты распространения. В случае однородной среды эти лучи представляют собой прямые линии [2]. Легко видеть, что лучи распространения перпендикулярны к краю катода тиристора, а длины их отрезков до границы включенной области равны:

$$w(t) = \int_0^t v dt. \quad (2)$$



На рис. 1,а показано конструирование границы включенной области для случая произвольной формы катода. В реальных тиристорах край катода образован, как правило, отрезками прямой, окружности или эвольвенты. Исходя из этого, можно вывести следующие правила:

Рис. 1. Конструирование границы включенной области в тиристоре при произвольной форме края катода (а) и при наличии углов на краю катода (б): 1 — край катода около управляющего электрода, 2 — граница включенной области, 3 — лучи распространения включенного состояния.

Рис. 2. Пример конструирования границы включенной области (обозначения см. на рис. 1).

1) фронт распространения, отходящий от прямой линии, есть параллельная этой прямой прямая; 2) фронт, отходящий от окружности, есть концентрическая с этой окружностью окружность; 3) фронт, отходящий от эвольвенты, есть эвольвента той же окружности.

При наличии на краю катода внутренних углов (A на рис. 1,б) их следует рассматривать как окружности с бесконечно малым радиусом, т. е. отходящий от них фронт распространения будет окружностью с центром в вершине угла.

Если на краю катода имеются или в ходе распространения появляются на границе внешние углы (B на рис. 1,б), то уравнение (1) дает два решения, из которых физический смысл имеет только решение с малыми t (сплошная линия на рис. 1,б). В действительности же фронт в углах идет не по ломаной, а по гладкой линии (штриховая линия на рис. 1,б). Объясняется это тем, что при наличии внешних углов скорость распространения не может быть по всему фронту постоянной, как было предположено при выводе уравнения (1); она увеличивается в вершине угла вследствие более интенсивного прироста неосновных носителей заряда в переходную область из-за большой кривизны фронта. Однако, принимая во внимание, что протяженность переходной области много меньше общей длины фронта, этим явлением при расчете включенной площади можно пренебречь.

На рис. 2 изображено конструирование границы включенной области для модели, содержащей все основные элементы конструкции края катода реальных тиристоров. Отметим, что для рассматриваемого класса тиристоров аналитические выражения длины границы включенной области и включенной площади можно вывести всегда.

Как известно, для исследования распространения включенного состояния прямыми методами (напр., при наблюдении люминесценции структуры) используются катодные металлические контакты с отверстиями. Чтобы за движением фронта распространения можно было наблюдать непрерывно и меньше мешать при этом функционированию тиристора, эти отверстия целесообразно делать в виде щелей, направленных вдоль лучей распространения, т. е. перпендикулярно к краю катода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kruusing, A., ENSV TA Toimet., Füüs. Matem., **29**, № 3, 327—329 (1980).
2. Новожилов Ю. В., Яппа Ю. А., Электродинамика, М., «Наука», 1978.

Институт термофизики и электрофизики
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
25/III 1980