

Дисперсионные кривые, СОМ параметры и Р матрицы

Чередник В.И., Двошерстов М.Ю.

Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского
Нижний Новгород, Россия
odissey@sandy.ru

СОМ-параметры используются при расчетах эксплуатационных характеристик различных устройств на поверхностных акустических волнах с применением модели Р матриц. СОМ-параметры обычно извлекаются из дисперсионных кривых, рассчитанных для кристалла с бесконечной периодической решеткой из металлических электродов на его поверхности. В настоящее время одной из наиболее известных и широко применяемых является методика расчета дисперсионных кривых, разработанная К. Хашимото. Решение волнового уравнения для полубесконечной среды представляется в виде суперпозиции пространственных гармоник (теорема Флоке), а для металлических электродов решение находится с помощью метода конечных элементов – методика, известная под названием FEMSDA. Компьютерная программа под таким же названием свободно доступна в Интернете. В принципе эта методика позволяет рассчитывать дисперсионные кривые для любых кристаллов, но применяемая в программе FEMSDA итерационная процедура поиска решения, удовлетворяющего граничным условиям на поверхности кристалла, обеспечивает сходимость только при условии, что коэффициент электромеханической связи кристалла достаточно велик. В противном случае процесс поиска решения расходится, даже если начальное приближение выбрано очень близко к искомому решению. Для ниобата лития и танталата лития, для которых коэффициент электромеханической связи превышает 5%, дисперсионные кривые рассчитываются достаточно легко, а для кварца, в котором этот коэффициент в большинстве случаев не превышает 0.2%, найти решение практически невозможно.

Нами была выполнена модификация программы FEMSDA. Во-первых, программа была переведена с языка FORNTAN на язык С++ в среде визуального программирования Borland С++ Builder и снабжена удобным для работы интерфейсом. Во-вторых, был добавлен алгоритм поиска решения, основанный на применении собственного метода поиска глобального экстремума функции многих переменных и обеспечивающий достаточно надежный поиск решения для любых кристаллов, в том числе и со слабой электромеханической связью. Была также добавлена процедура решения волнового уравнения в металлических электродах методом конечных элементов, обеспечивающая возможность расчета электродов с трапециевидальной формой сечения (программа FEMSDA позволяет рассчитывать только прямоугольные электроды). Добавлены также некоторые другие дополнительные модификации, расширяющие возможности программы FEMSDA и повышающие удобство работы с ней. В результате всех модификаций была получена программа, позволяющая рассчитывать дисперсионные кривые для любых кристаллов, в том числе в условиях, для которых расчет с помощью программы FEMSDA невозможен. В частности, был выполнен расчет дисперсионных кривых и СОМ параметров для 128 LiNbO₃, YZ LiNbO₃, 42 LiTaO₃, STX Quartz, STX+25 Quartz, ATX Quartz, LGS. Зависимости рассчитанных СОМ параметров от ширины и толщины электродов аппроксимированы полиномами 3-й степени методом наименьших квадратов и полученные таким образом аналитические зависимости использованы для расчетов амплитудно-частотных характеристик ПАВ устройств с помощью модели Р матриц.