

А.А. ДЖЕЖОРА, В.В. РУБАНИК, В.К. САВЧУК
 УО «ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
 УНИВЕРСИТЕТ»

ГНУ «ИНСТИТУТ ТЕХНИЧЕСКОЙ АКУСТИКИ НАН Беларуси»
 УО «ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
 им. П.М. Машерова»
 Витебск, Беларусь

Известные математические модели накладных измерительных конденсаторов [1] не работают в области, когда толщина основания подложки сравнима с межэлектродным зазором. В этом случае проявляется эффект толщины основания [2], приводящий к уменьшению емкости датчика. Это связано с увеличением роли потока силовых линий в зазоре между высокопотенциальным и низкопотенциальным электродами. Большая часть потока перераспределяется и замыкается на электрод основания подложки.

На рис. 1 представлена картина изменения частичной емкости C_{12} между высокопотенциальным и низкопотенциальным электродами на единицу длины в зависимости от изменения ширины электродов или металлизации датчика (отношение площади электродов к полной площади датчика).

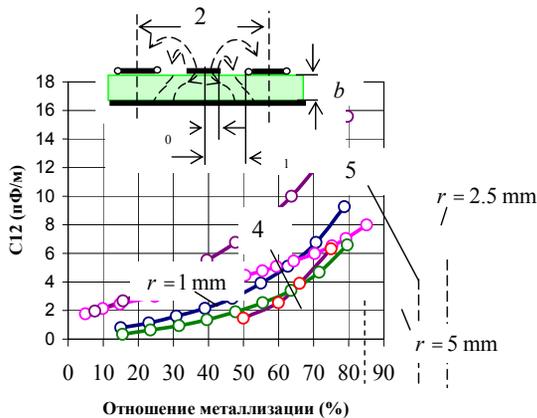


Рис. 1. Изменение частичной емкости C_{12} на единицу длины электродов с изменением металлизации датчика

Рассматривались датчики, выполненные на подложке из тефлона толщиной $b = 254$ мкм размером секции равным 1 мм; 2,5 мм и 5 мм и датчики, выполненные на подложке из стеклотекстолита толщиной $b = 1$ мм. Ширина электродов для них была фиксированной и равнялась 6 мм. Начало влияния экрана подложки определяется координатой критической точки, точки пересечения кривой выражающей зависимость частичной емкости C_{12} от отношения металлизации датчика, с кривой 4 для одной из половин секции независимого многосекционного накладного измерительного конденсатора (экран отсутствовал) [3]. Металлизация датчика, отвечающая критической точке, позволяет определить межэлектродный зазор, начиная с которого экран оказывает влияние на поле датчика. Для всех датчиков с основанием из тефлона он составляет $0,5 \times 0,9 = 1,25 \times 0,36 = 2,5 \times 0,18 = 0,45$ мм.

Для датчиков выполненных на подложке из стеклотекстолита координата точки пресечения графика 5 с кривой 4 равна 77,5 %. Ей соответствует межэлектродный зазор $8 \times 0,225 = 1,8$ мм. Относительные межэлектродные зазоры, соответствующие границам начала влияния экрана практически совпадают независимо от материала основания подложки и равны $0,45/0,254 \approx 1,8/1 = 1,8$. Этот факт говорит о возможности нахождения тех условий, при которых аналитические модели все же могут быть применены к датчикам с тонким основанием диэлектрической подложки. Экран в основании подложек действует подобно охранному виртуальному электроду, расположенному в межэлектродном зазоре. Для проверки этого предположения была создана модель многосекционного датчика, каждая секция которого содержала высокопотенциальный, низкопотенциальный и охранный электроды. На низкопотенциальном электроде потенциал практически равен потенциалу охранного электрода (виртуальный ноль). Проверка адекватности созданной модели, показала, что для относительного межэлектродного зазора $(r_1 - r_0)/b = 4$ измеренная рабочая емкость C_{12} составила 4,37 пФ, расчетная 4,27 пФ, для зазора $(r_1 - r_0)/b = 6$ измеренная рабочая емкость C_{12} составила 2,54 пФ, расчетная – 2,61 пФ, для зазора $(r_1 - r_0)/b = 30$ измеренная рабочая емкость C_{12} составила 1,831 пФ, расчетная – 1,850 пФ.

Сравнение расчетных значений емкости для датчика, выполненного на тефлоне с результатами измерений, полученными в работе [2] показали, что для зазора $(r_1 - r_0)/b = 2,61$ измеренная рабочая емкость C_{12} согласно [2] составляет 1,536 пФ, вычисленная авторами с использованием FEM (Ansoft) – 1,591 пФ, расчетная согласно предложенной модели – 1,583 пФ.

Таким образом, в области тонких подложек, когда межэлектродный зазор $(r_3 - r_0) > 1,8 \cdot b$, поле просачивается сквозь зазор и замыкается на экран.

Действие экрана в межэлектродном зазоре аналогично действию охранного виртуального электрода, размеры которого определяются с учетом толщины подложки b и толщины электродов d .

Работа выполнена при финансовой поддержке ГКПНИ «Техническая диагностика – 36» (№ 20062708).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Матис, И. Г.** Электроемкостные преобразователи для неразрушающего контроля / И. Г. Матис. – Рига : Зинатне, 1982. – 302 с.
2. **A.V. Mamishev, M. Zahn, B.C. Lesieutre, B.A. Berdnikov**, Influence of geometric parameters on characteristics of an interdigital sensor, in: IEEE Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, San Francisco, CA, October 1996, P. 550–553.
3. **Джежора, А. А.** Электроемкостные преобразователи и методы их расчета / А. А. Джежора. – Минск : РУП «Издательский дом «Белорусская наука», 2008.- 305 с.