

**ОПИСАНИЕ
ПОЛЕЗНОЙ
МОДЕЛИ К
ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **3295**

(13) **U**

(46) **2007.02.28**

(51)⁷ **G 06G 7/48**

(54) **ЭЛЕКТРОМОДЕЛИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕШЕНИЯ
ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КОНТАКТНЫХ ЗАДАЧ**

(21) Номер заявки: **u 20060462**

(22) **2006.07.10**

(71) Заявитель: Учреждение образования
"Гомельский государственный техни-
ческий университет имени П.О.Су-
хого" (ВУ)

(72) Авторы: Тариков Георгий Петрович;
Комраков Владимир Викторович; Аку-
лов Николай Владимирович; Барабан-
цев Вячеслав Александрович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-
зования "Гомельский государственный
технический университет имени
П.О.Сухого" (ВУ)

(57)

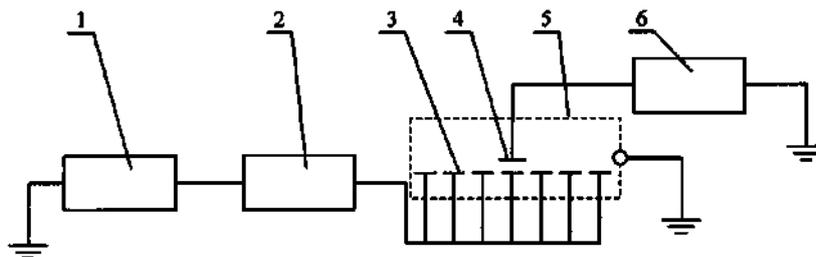
1. Электро моделирующее устройство для решения пространственных контактных задач, содержащее источник питания, выход которого подключен к входу распределителя, выходы которого соединены с выводами токопроводящего элемента, над которым установлен зонд, подключенный к блоку индикации, отличающееся тем, что устройство дополнительно снабжено защитным экраном, а токопроводящий элемент выполнен из фольгированного материала.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что защитный экран установлен вокруг токопроводящего элемента и зонда.

(56)

1. А.с. СССР 570905, 1977.

2. А.с. СССР 1791829 А1, 1993.



ВУ 3295 U 2007.02.28

Полезная модель относится к аналоговой вычислительной технике и может быть применена для решения пространственных контактных задач, часто встречающихся в инженерной практике.

Известна конструкция электро моделирующего устройства для решения пространственных контактных задач, содержащая источник питания, распределитель, токопроводящий элемент, состоящий из набора изолированных друг от друга токопроводящих пластин, над которым установлен зонд, подключенный к измерительному устройству [1].

Вследствие коробления токопроводящих пластин, возникающего при их изготовлении и сборке токопроводящего элемента, а также влияния внешних факторов на электрическое поле, создаваемое токопроводящим элементом, сложно получить точные результаты экспериментальных исследований пространственных контактных задач.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к заявляемой полезной модели является устройство для решения пространственных контактных задач [2], содержащее источник питания, распределитель, токопроводящий элемент, над которым установлен зонд, подключенный к измерительному устройству. Токопроводящий элемент содержит основание, выполненное из диэлектрика, на котором закреплен набор изолированных друг от друга токопроводящих пластин, изготовленных из листового металла и расположенных в горизонтальной плоскости. Каждая из пластин соединена с выходом распределителя.

Рассматриваемое устройство обладает рядом недостатков, выявить которые можно, используя следующие выражения.

Плотность заряда в исследуемых точках поверхности токопроводящего элемента рассчитывается следующим образом:

$$q(x, y) = \frac{\varepsilon E(x, y)}{4\pi}, \quad (1)$$

где ε - диэлектрический коэффициент среды; $E(x, y)$ - напряженность электрического поля в точке с координатами (x, y) , рассчитываемая по формуле:

$$E(x, y) = \frac{U_1(x, y) - U_2}{d}, \quad (2)$$

где $U_1(x, y)$ - потенциал токопроводящего элемента в точке с координатами (x, y) ; U_2 - потенциал электрического поля токопроводящего элемента, измеряемый зондом; d - расстояние между токопроводящей пластиной и зондом.

Из-за малой жесткости пластин происходит деформация в процессе их изготовления и сборки токопроводящего элемента, что приводит к изменению расстояния d между зондом и заряженными пластинами. Как следует из выражений (1) и (2), изменение зазора d приводит к погрешности при определении плотности заряда $q(x, y)$. Кроме того, рассматриваемая конструкция токопроводящего элемента трудоемка при изготовлении.

Электрические поля окружающей электрической аппаратуры влияют на значение потенциала электрического поля U_2 . Случайное изменение потенциала электрического поля увеличивает погрешность при определении плотности заряда на поверхности токопроводящего элемента и, как следствие, уменьшает точность результатов экспериментальных исследований пространственных контактных задач.

Задачей предлагаемой полезной модели является повышение точности экспериментального решения пространственных контактных задач и упрощение конструкции токопроводящего элемента.

Поставленная задача решается тем, что в известной конструкции электро моделирующего устройства для решения пространственных контактных задач, содержащей источник питания, выход которого подключен к входу распределителя, выходы которого соединены с выводами токопроводящего элемента, над которым установлен зонд, подключенный к

блоку индикации, согласно полезной модели устройство дополнительно снабжено защитным экраном, а токопроводящий элемент выполнен из фольгированного материала.

Благодаря установке защитного экрана вокруг токопроводящего элемента и зонда уменьшается влияние электрических полей окружающей электрической аппаратуры на электрическое поле токопроводящего элемента. Защитный экран изготовлен из сетки полупаковой 08 ГОСТ 6613-73.

Применение фольгированного материала позволяет получить токопроводящие дорожки, аналогичные по форме и размерам токопроводящим пластинам, путем удаления участков фольги методом химического травления. Этот метод не вызывает коробления токопроводящих дорожек токопроводящего элемента и, следовательно, расстояние d между зондом и токопроводящими дорожками остается постоянным. Это позволяет получить более стабильные результаты по определению плотности заряда, а следовательно, получить более точное экспериментальное решение пространственных контактных задач. Применение фольгированного материала, например фольгированного стеклотекстолита СФ-2-35Г ГОСТ 10316-78, исключает из конструкции токопроводящего элемента основание и элементы для крепления токопроводящих пластин на основании, что упрощает конструкцию токопроводящего элемента.

На фигуре показана блок-схема электро моделирующего устройства для решения пространственных контактных задач.

Электро моделирующее устройство содержит источник питания 1, выход которого подключен к распределителю 2. Каждый выход распределителя 2 подключен к отдельной токопроводящей дорожке токопроводящего элемента 3, зонд 4 установлен над токопроводящим элементом 3 и соединен с блоком индикации 6, защитный экран 5 окружает токопроводящий элемент 3 и зонд 4.

Электро моделирующее устройство для решения пространственных контактных задач работает следующим образом.

Электрический сигнал звуковой частоты подается от источника питания 1 на распределитель 2. Распределителем 2 регулируется величина электрического напряжения подаваемого от его выхода на каждую дорожку токопроводящего элемента 3. Зондом 4 измеряется потенциал электрического поля U_2 над поверхностью токопроводящего элемента 3 в рассматриваемых точках. Значение потенциала электрического поля U_2 определяется блоком индикации 6, в качестве которого используется вольтметр. Зная величину потенциала электрического поля U_2 , с помощью формул (1) и (2) определяется плотность заряда $q(x,y)$ на поверхности токопроводящего элемента 3.

Существующая аналогия между интегральными уравнениями пространственной контактной задачи и задачи электростатики позволяет определять контактное давление $p(\xi,\eta)$ в исследуемых точках площадки контакта по формуле:

$$p(\xi,\eta) = \gamma_m \cdot q(x,y), \quad (3)$$

где γ_m - масштабный коэффициент, связывающий явления электрической и механической природы.

Для оценки погрешностей экспериментального решения пространственных контактных задач с помощью известного и предлагаемого электро моделирующих устройств были решены задачи для площадки контакта в виде круга и эллипса, аналитическое решение которых известно. Погрешность экспериментального решения пространственных контактных задач известным электро моделирующим устройством достигает 20 % по отношению к аналитическому решению. Результаты решения пространственных контактных задач, полученные с помощью предлагаемого электро моделирующего устройства, а также результаты аналитического решения приведены в таблице. При проведении эксперимента определялись контактные давления $p(\xi,\eta)$ вдоль радиуса R круглой площадки контакта и вдоль большей полуоси a эллиптической площадки контакта, которые совпадают с осью ξ .

BY 3295 U 2007.02.28

ρ_i	ρ_i/ρ_{cp}				Погрешность, %	
	Аналитические значения		Экспериментальные значения		круг	эллипс
	круг	эллипс	круг	эллипс		
0	0,500	0,500	0,502	0,516	0,400	1,580
0,1	0,502	0,512	0,505	0,524	0,600	2,350
0,2	0,510	0,521	0,520	0,530	1,960	1,730
0,3	0,524	0,534	0,536	0,552	2,300	3,380
0,4	0,545	0,557	0,560	0,577	2,750	3,600
0,5	0,578	0,588	0,596	0,612	3,120	4,100
0,6	0,625	0,637	0,645	0,650	3,200	2,040
0,7	0,700	0,714	0,725	0,730	3,580	2,240
0,8	0,833	0,850	0,800	0,820	3,960	3,530
0,9	1,147	1,170	1,080	1,130	6,710	3,420

где $\rho_i = \frac{\xi_i}{R}$, $\rho_i = \frac{\xi_i}{\alpha}$ - относительное положение исследуемой точки для площадки контакта в виде круга и эллипса соответственно; ξ_i - координата исследуемой точки;
 ρ_i - контактное давление на поверхности площадки контакта в точке с координатой ξ_i ;
 $\rho_{cp} = \frac{P}{S}$ - среднее контактное давление на поверхности площадки контакта; P - сила, действующая на упругие тела; S - площадь поверхности площадки контакта.

Из таблицы следует, что погрешность результатов измерений не превышает 7%.

Таким образом, по сравнению с известными, заявляемое электро моделирующее устройство повышает точность экспериментального решения пространственных контактных задач с одновременным упрощением конструкции токопроводящего элемента.