



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1818599 A1

(51)5 G 01 R 29/12

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО СССР
(ГОСПАТЕНТ СССР)

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4862204/21
(22) 29.08.90
(46) 30.05.93. Бюл. № 20
(71) Белорусский политехнический институт
(72) В.П.Сычик, В.А.Воробьев и А.В.Бреднев
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 483631, кл. G 01 R 29/12, 1975.
Авторское свидетельство СССР
№ 691785, кл. G 01 R 29/12, 1979.
Авторское свидетельство СССР
№ 340977, кл. G 01 R 19/10, 1972.
(54) СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ
(57) Использование: изобретение относится к радиоизмерительной технике и может быть использовано в устройствах для измерения квазистатического поля, создаваемого заряженными объектами. Сущность

2

изобретения: целью изобретения является повышение точности измерений напряженности электрического поля. Контроль электрических полей посредством данного способа осуществляют путем подключения к измерительной пластине нагрузки, периодического ее экспонирования и экранирования и измерения колебательного напряжения на нагрузке. Новым является то, что в качестве нагрузки используют затвор МДП-транзистора с индуцированным каналом, причем время экспонирования поддерживают равным времени индуцирования на измерительном электроде полного электрического заряда, а время экранирования поддерживают равным постоянной времени считывания сигнала. 2 ил.

Изобретение относится к радиоизмерительной технике и может быть использовано для измерения квазиэлектростатического поля, создаваемого заряженными объектами.

Целью изобретения является повышение точности измерений.

Цель достигается тем, что в способе измерения напряженности электрического поля, согласно которому к измерительной пластине подключают нагрузку, помещают ее в электрическое поле, периодически ее экспонируют и экранируют и измеряют колебательное напряжение на нагрузке, в качестве нагрузки используют затвор МДП-транзистора с индуцированным кана-

лом, при этом время экспонирования поддерживают равным времени индуцирования на измерительном электроде полного электрического заряда, а время экранирования поддерживают равным постоянной времени считывания сигнала.

Вследствие того, что в предложенном способе в качестве нагрузки используют затвор с индуцированным каналом, время экспонирования поддерживают равным времени индуцирования на измерительном электроде полного электрического заряда, а время экранирования поддерживают равным постоянной времени считывания сигнала, достигается поставленная цель. Погрешность измерения снижается более

(19) SU (11) 1818599 A1

чем в пять раз с 30% у прототипа до 5% у заявляемого способа.

Измерение напряженности электрического поля посредством предложенного способа осуществляется следующим образом. В зону действия электрического (электростатического) поля помещают измерительный электрод (пластину), выполненный из электропроводного материала обычно дисковой формы, а перед ним, со стороны действующего электрического поля, размещают второй электрод, площадь которого не меньше площади измерительного электрода, также выполненный из электропроводного материала. Измерительный электрод гальванически соединяют с нагрузкой – управляющим электродом (затвором) МДП-триодной структуры, а также посредством контактной группы электродного коммутатора соединяют с землей. Также посредством другой контактной группы того же электронного коммутатора соединяют экранирующий электрод с землей. В неинвертирующую выходную цепь МДП-триодной структуры включают нагрузку, обычно резистивную, которую соединяют электрически с измерительным прибором, содержащим усилитель.

Осуществляют периодическое экспонирование и экранирование измерительного электрода.

На стадии экспонирования, когда контактные группы электронного коммутатора отключают экранирующий и измерительный электроды от земли, экранирующий электрод является прозрачным для внешнего электрического поля E , создаваемого источником постоянного напряжения и тока, т.е. не влияет на величину действующего на измерительный электрод поля E , и на нем возникает наведенный заряд $Q = \epsilon_a ES$ (1), который создает потенциал $\varphi = \epsilon_a ES$ (2), где ϵ_a – абсолютная диэлектрическая проницаемость среды; E – напряженность электрического поля источника постоянного напряжения, действующая на экранирующий электрод; S – суммарная емкость измерительного электрода и МДП-триодной структуры.

При подключении экранирующего электрода с помощью контактной группы электронного коммутатора на землю, т.е. на стадии экранирования, этот электрод полностью изолирует измерительный электрод от внешнего поля E и накопленный на нем заряд стекает через входное сопротивление МДП-триодной структуры, выполненной с изрированным затвором и обладающей высоким входным сопротивлением. Осуще-

ствляя периодическое экспонирование – экранирование измерительного электрода, на нем формируется переменный электрический сигнал, представляющий переменное напряжение от $U_{\max} = Q/C$ при экспонировании до нуля при экранировании. Переменное напряжение на измерительном электроде создает ток в нагрузке – во входной цепи МДП-триодной структуры

$$I = dQ/dt \approx \epsilon_a S dE/dt = U/Z_{вх} \approx \Delta Q/\Delta t, \quad (3)$$

а напряжение во входной цепи $U_{вх} = I \cdot Z_{вх}$, где U – мгновенное значение напряжения на измерительном электроде, $Z_{вх}$ – полное входное сопротивление МДП-триодной структуры.

Изменение заряда ΔQ включает его возрастание на измерительном электроде на стадии экспонирования – ΔQ_+ и спад индуцированного на измерительном электроде заряда – ΔQ_- на стадии экранирования, т.е. $\Delta Q = \Delta Q_+ + \Delta Q_-$ (4).

Ток, создаваемый в нагрузке – входной цепи МДП-триодной структуры, в результате периодического экранирования и экспонирования измерительного электрода $i = -\Delta Q_+/\Delta t_1 + \Delta Q_-/\Delta t_2$, (5) где $\Delta t_1 = t_{es}$ – время экспонирования измерительного электрода; $\Delta t_2 = t_{ek}$ – время экранирования измерительного электрода.

Для повышения точности измерений величины электрического поля необходимо добиваться максимально возможного значения тока во входной цепи МДП-триодной структуры, поскольку напряжение на ее затворе $U_3 = IZ_{вх}$. Это достигается выбором времени экспонирования измерительного электрода, равного постоянной времени τ_1 индуцирования на измерительном электроде полного (максимального возможного) заряда Q , то есть $t_{es} = \tau_1$, и выбором времени экранирования измерительного электрода, равного времени считывания сигнала $t_{ek} = \tau_2$, соответствующего времени стекания полного индуцированного на измерительном электроде заряда через входное сопротивление МДП-триодной структуры. Это время определяется величиной импеданса цепи коммутации измерительного электрода на землю (стадия экранирования), и в соответствии с выражением $I_{opt} = -\Delta Q_+/\tau_1 + \Delta Q_-/\tau_2$ должно быть минимально возможным для данного типа электронного коммутатора ($\tau_1 \approx 10^{-3} - 10^{-5}$ с), ($\tau_2 \approx 10^{-3} - 10^{-4}$ с).

Напряжение на нагрузке-затворе МДП-триодной структуры, соответствующее разности потенциалов корпус-измерительный

электрод U_0 , пропорционально напряженности электрического поля E

$$U_0 = K_1 E. \quad (6)$$

При использовании линейной области сток-затворной характеристики МДП-транзистора в выходной его цепи протекает ток, пропорциональный напряженности измеряемого электрического поля, т.е.

$$I_{\text{вых}} = S U_0 = K_1 S E, \quad (7)$$

где K_1 — коэффициент пропорциональности; S — крутизна сток-затворной характеристики МДП-транзистора.

Протекающий ток $I_{\text{вых}}$ создает в истоковой цепи выходной сигнал, пропорциональный контролируемой напряженности электрического поля

$$U_{\text{вых}} = I_{\text{вых}} \cdot R_H = K_1 S R_H E = K_2 E. \quad (8)$$

Выходной сигнал поступает на вход измерительного прибора, где усиливается и регистрируется стрелочным измерительным устройством, либо на цифровом табло.

Изложенный способ измерения напряженности электрического поля реализуется устройством, структурная схема которого изображена на фиг. 1.

На стадии экспонирования электрическим полем E воздействуют на измерительный электрод (пластину) 1 через отключенный от земли контактной группой коммутатора 2, например герконовым реле типа РЭС 55А, экранирующий электрод 3. Длительность стадий экспонирования для системы измерительный электрод 1 — МДП-транзистор 4 с суммарной емкостью $10-100$ пФ составляет $\tau_1 = 10^{-3}-10^{-5}$ с.

Путем подачи управляющего импульса напряжения, длительность которого соответствует постоянной времени цепи стекающего заряда с измерительного электрода 1 τ_2 , замыкают контактной группой коммутатора 2 на землю экранирующий электрод

3. При этом электрод 3 экранирует от внешнего поля E измерительный электрод 1 и накопленный на нем на стадии экспонирования максимальный заряд ΔQ стекает на землю. Длительность стадии экранирования для данной входной системы электрод 1 — МДП-транзистор 4 составляет $\tau_2 = 10^{-3}-10^{-4}$ с.

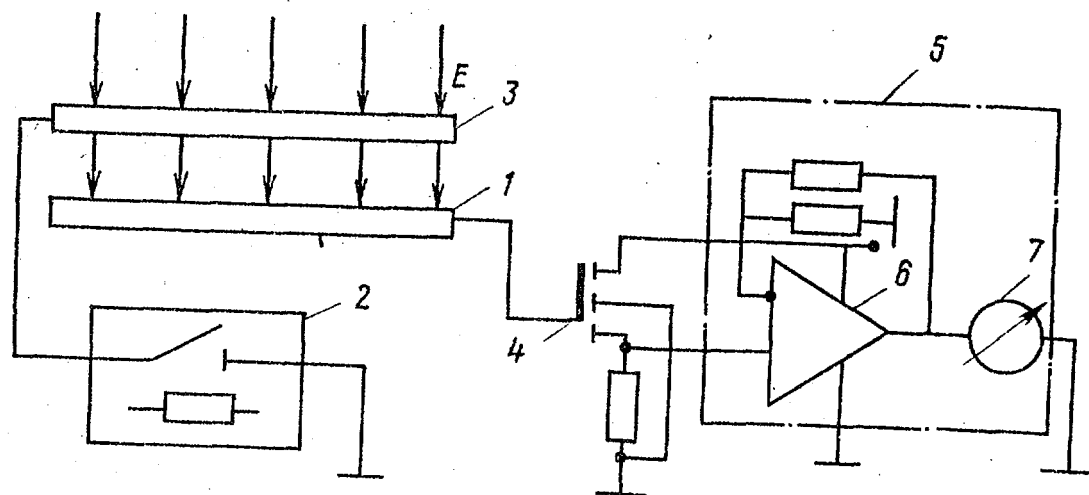
На коммутатор 2 подают управляющее напряжение, обладающее длительностью импульса $t_{\text{и}} = 10^{-3}-10^{-5}$ с, длительностью паузы $10^{-3}-10^{-4}$ с и амплитудой $U_m = 15$ В. В результате в выходной цепи МДП-транзистора 4 формируется переменное напряжение, временная диаграмма изменения которого показана на фиг. 2.

Переменным напряжением, формируемым в выходной цепи МДП-транзистора 4, воздействуют на измерительный прибор 5, содержащий усилитель 6 и измерительную головку 7. Измерительный прибор 5 на своей измерительной головке 7 отображает истинное значение измеряемой напряженности электрического поля.

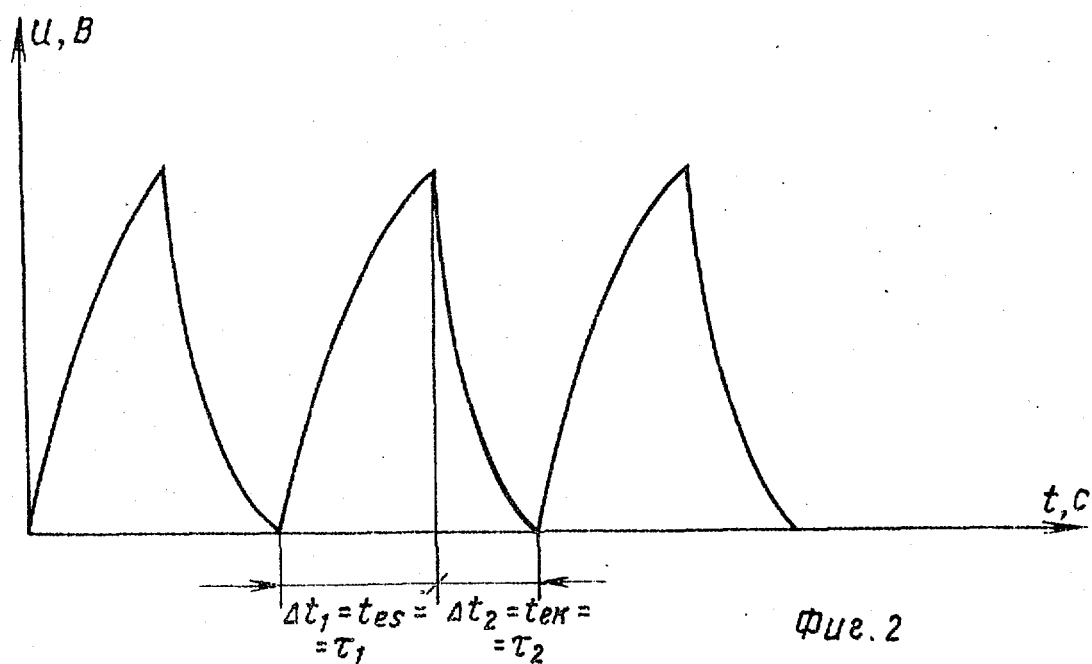
Результирующая погрешность измерения не превышает $\pm 5\%$.

Формула изобретения

Способ измерения напряженности электрического поля, согласно которому к измерительной пластине подключают нагрузку, помещают ее в электрическое поле, периодически ее экспонируют и экранируют и измеряют колебательное напряжение на нагрузке, отличающийся тем, что, с целью повышения точности измерений, в качестве нагрузки используют затвор МДП-транзистора с индуцированным каналом, при этом время экспонирования поддерживают равным времени индуцирования на измерительном электроде полного электрического заряда, а время экранирования поддерживают равным постоянной времени считывания сигнала.



Фиг. 1



Фиг. 2

Редактор М.Кузнецова

Составитель А.Сычик
Техред М.Моргентал

Корректор П.Геречи

Заказ 1937

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул.Гагарина, 101