(19) Евразийское патентное ведомство

(11) 043498 (13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.05.29

(21) Номер заявки
202291075

(22) Дата подачи заявки
2022.03.28

(51) Int. Cl. ***H05H 1/24*** (2006.01)
H05H 1/46 (2006.01)

(54) СПОСОБ ГЕНЕРАЦИИ ПЛАЗМЫ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА

(43) **2023.05.26**
(96) **2022/EA/0021 (BY) 2022.03.28**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ "БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ" (BY)

(72) Изобретатель:
Осипов Анатолий Николаевич, Котов Дмитрий Анатольевич, Каленкович Евгений Николаевич (BY)

(56) RU-C1-2302370
US-B2-7892611
EA-200501210
RU-C2-2737280
WO-A1-2014010768

(57) Изобретение относится к области приборостроения и может быть использовано для генерации плазмы диэлектрического барьерного разряда в приборах и устройствах, предназначенных для обработки объектов и материалов с целью изменения свойств поверхностей. Задачей данного изобретения является уменьшение электрической мощности, затрачиваемой на генерацию плазмы, путем согласования параметров сигнала, возбуждающего плазму, с комплексным сопротивлением выходной цепи. Поставленная задача решается тем, что в способе генерации плазмы диэлектрического барьерного разряда путем подачи импульсного сигнала с генератора на транзисторный ключ, управляющий протеканием тока в первичной обмотке повышающего трансформатора и, соответственно, тока, протекающего во вторичной обмотке повышающего трансформатора и создающего плазму в разрядной системе, параметры сигнала возбуждения плазмы, поступающие на электроды разрядной системы, определяются на основе резонансных параметров Q добротности и f_p резонансной частоты выходной цепи из соотношений [1, 2]:

$$\frac{1}{4f_p} \le \tau \le \frac{1}{2f_p}, \qquad [1]$$

$$\begin{cases} \frac{1}{f_p} \le T \le \frac{Q}{f_p}, \\ T = k\frac{1}{2f_p}, \end{cases} \qquad [2]$$

где τ - длительность импульса, T - период следования импульсов, k - целое число не меньше 1.

043498 B1

043498 B1

Изобретение относится к области приборостроения и может быть использовано для генерации плазмы диэлектрического барьерного разряда в приборах и устройствах, предназначенных для обработки объектов, включая биообъекты, и материалов с целью изменения гидрофильных и гидрофобных свойств поверхностей, а также очистки и дезинфекции.

Известно устройство генерации плазмы диэлектрического барьерного разряда [1], в котором с выхода генератора синусоидальное напряжение через усилитель мощности подается на повышающий трансформатор, создающий во вторичной обмотке напряжение и ток, необходимый для зажигания и поддержания атмосферной плазмы в разрядной системе. Недостатком данного устройства является значительная мощность, необходимая для генерации плазмы из-за потерь мощности в усилителе мощности.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому изобретению является способ [2], в котором импульсный сигнал с генератора подается на транзисторный ключ, управляющий протеканием тока в первичной обмотке повышающего трансформатора и, соответственно, тока, протекающего во вторичной обмотке повышающего трансформатора и создающего плазму в разрядной системе. Так как потери мощности на открытом и закрытом ключе минимальны, уменьшается общая потребляемая мощность, необходимая для генерации плазмы. Недостатком данного способа является то, что при определении параметров сигнала, возбуждающего плазму, не учитывается комплексное сопротивление выходной цепи. В связи с этим имеются потери мощности в выходной цепи, представляющей собой вторичную обмотку повышающего трансформатора, соединенную с электродами разрядной системы и плазмой.

Задачей данного изобретения является уменьшение электрической мощности, затрачиваемой на генерацию плазмы, путем согласования параметров сигнала, возбуждающего плазму, с комплексным сопротивлением выходной цепи.

Поставленная задача достигается за счет того, что в способе генерации плазмы диэлектрического барьерного разряда с генератора подается импульсный сигнал на транзисторный ключ, управляющий протеканием тока в первичной обмотке повышающего трансформатора и, соответственно, тока, протекающего во вторичной обмотке повышающего трансформатора и создающего плазму в разрядной системе, параметры сигнала возбуждения плазмы, поступающие на электроды разрядной системы, определяются на основе резонансных параметров Q добротности и f_p резонансной частоты выходной цепи из соотношений [1, 2]:

$$\frac{1}{4f_p} \le \tau \le \frac{1}{2f_p}, \qquad [1]$$

$$\begin{cases} \frac{1}{f_p} \le T \le \frac{Q}{f_p}, \\ T = k\frac{1}{2f_p}, \end{cases} \qquad [2]$$

где τ - длительность импульса,

T - период следования импульсов,

k - целое число не меньше 1.

Сопоставительный анализ с известными способами показывает, что в заявленном изобретении для генерации плазмы используются сигналы, параметры которых определяются в соответствии со значениями добротности и резонансной частоты выходной цепи. Согласование длительности и периода следования импульсов, возбуждающих и поддерживающих плазму с резонансными параметрами выходной цепи, обеспечивает снижение мощности, затрачиваемой на генерацию плазмы.

На фиг. 1 приведена структурная схема устройства генерации атмосферной плазмы на основе диэлектрического барьерного разряда, которое содержит генератор импульсов 1, транзисторный ключ 2, повышающий трансформатор 3 и разрядный блок с электродами и плазмой 4.

Сигнал с выхода генератора импульсов 1 поступает на транзисторный ключ 2, управляющий протеканием тока в первичной и, соответственно, во вторичной обмотках повышающего трансформатора 3 на электроды разрядного блока 4, генерирующего атмосферную плазму диэлектрического барьерного разряда.

На фиг. 2а представлена диаграмма изменения напряжения на управляющем электроде транзисторного ключа и на фиг. 2б диаграмма изменения напряжения во вторичной обмотке повышающего трансформатора (электрода разрядного блока) при согласовании параметров сигнала с нагрузкой. На фиг. 3а представлена диаграмма изменения напряжения на управляющем электроде транзисторного ключа, а на фиг. 3б диаграмма изменения напряжения во вторичной обмотке повышающего трансформатора (электрода разрядного блока) без согласования параметров сигнала с нагрузкой.

Вторичная обмотка трансформатора, соединенная с электродами разрядной системы и горящей плазмой, представляет собой колебательный контур. Соответственно, для выходной цепи характерно наличие резонанса с добротностью Q и резонансной частотой f_p.

Затраты энергии (мощности) на генерацию плазмы определяются длительностью импульс тока τ и скважностью. В предлагаемом способе после периодического поступления импульсов с длительностью τ

в выходном колебательном контуре возникают затухающие колебания, которые позволяют в течение некоторого времени $(\frac{1}{f_p} \leq T \leq \frac{Q}{f_p})$, поддерживать горение плазмы. Наличие затухающих колебаний позволяет увеличить период следования импульсов (увеличить скважность Q) и, соответственно, уменьшить энергозатраты. При этом поступление (условие $T = k\frac{1}{2f_p}$) очередного импульса в контур осуществляется в момент перехода через О затухающих колебаний. Кроме того, длительность импульса также может быть уменьшена до 2 раз в сравнении с несогласованным сигналом, поскольку в момент t_0 происходит поступление максимально возможной энергии в контур, о чем свидетельствует максимум амплитуды сигнала выходной цепи.

Таким образом в заявленном изобретении для генерации плазмы используются сигналы, параметры которых определяются в соответствии со значениями добротности и резонансной частоты выходной цепи. Согласование длительности и периода следования импульсов, возбуждающих и поддерживающих плазму с резонансными параметрами выходной цепи, обеспечивает снижение мощности, затрачиваемой на генерацию плазмы.

Источники информации.

1. Тышкевич Е.В. Ультразвуковой барьерный озонатор, патент RU 2302370.

2. Хинкис А.В., Чаплик Н. Устройство и способ генерации низкотемпературной плазмы, патент RU 2758279.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ генерации плазмы диэлектрического барьерного разряда, заключающийся в том, что с генератора подают импульсный сигнал на транзисторный ключ, управляющий протеканием тока в первичной обмотке повышающего трансформатора и, соответственно, тока, протекающего во вторичной обмотке повышающего трансформатора и создающего плазму в разрядной системе, отличающийся тем, что параметры сигнала возбуждения плазмы поступают на электроды разрядной системы и определяют на основе резонансных параметров Q добротности и f_p резонансной частоты выходной цепи из соотношений [1, 2]:

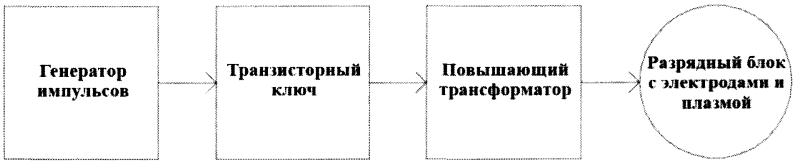
$$\frac{1}{4f_p} \leq \tau \leq \frac{1}{2f_p}, \qquad [1]$$

$$\begin{cases} \frac{1}{f_p} \leq T \leq \frac{Q}{f_p}, \\ T = k\frac{1}{2f_p}, \end{cases} \qquad [2]$$

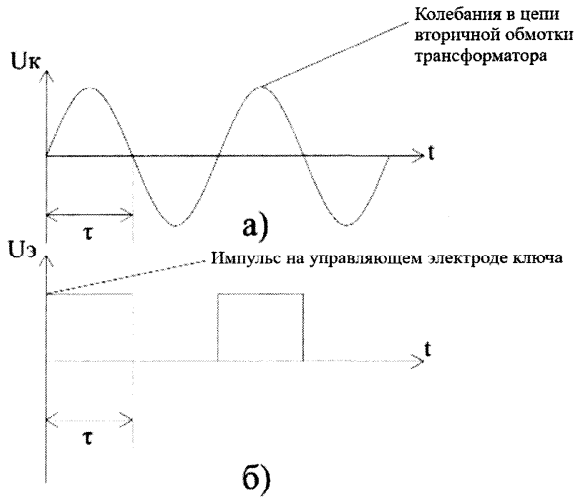
где τ - длительность импульса,

T - период следования импульсов,

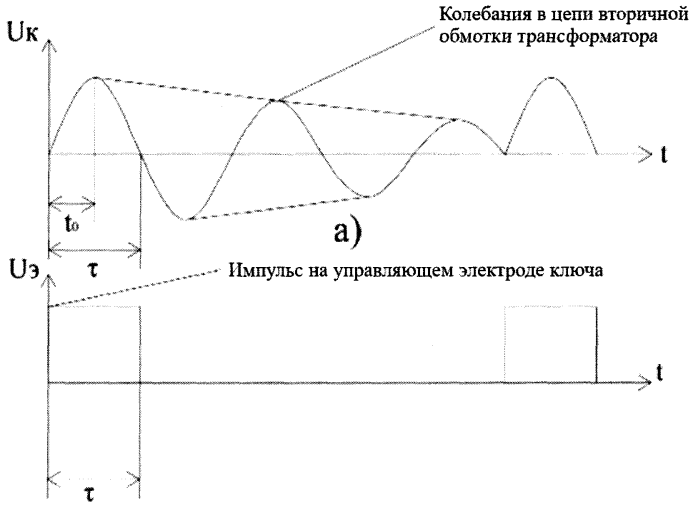
k - целое число не меньше 1.



Фиг. 1



Фиг. 2а, б



Фиг. 3а, б

Евразийская патентная организация, ЕАПВ
Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2