

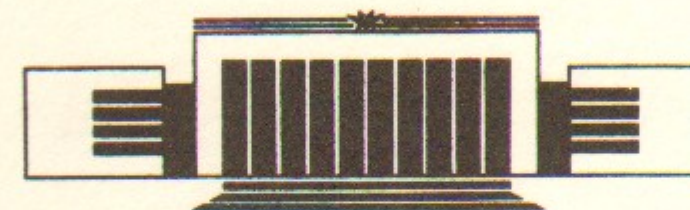


54
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СО АН СССР

А.А. Михайличенко

СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ГЕНЕРАТОР

ПРЕПРИНТ 88-88



НОВОСИБИРСК

Сверхвысокочастотный генератор

А.А. Михайличенко

Институт ядерной физики
630090, Новосибирск 90, СССР

АННОТАЦИЯ

В работе рассмотрен новый тип СВЧ-генератора. Отличительной особенностью данного генератора является то, что в нем для получения развернутого по кругу с частотой сигнала пучка электронов, поступающих после ускорения до релятивистской энергии в кольцевой резонатор бегущей волны, используется кольцевой фотокатод, освещаемый развернутым по кругу с частотой сигнала световым лучом.

Powerfull RF-generator

A.A. Mikhailichenko

Institute of Nuclear Physics
630090, Novosibirsk, USSR

АБСТРАКТ

The new type of RF-generator is proposed. The general idea is that for obtaining ring-swunged electron beam which goes after acceleration to ring-type travelling wave cavity, we use ring-type photocathod illuminated by ring-swunged light ray.

© Институт ядерной физики СО АН СССР

Одно из первых упоминаний о генераторах с системой круговой развертки электронного луча содержится в [1]. Дальнейшее развитие этой идеи — Гирокон [2], который отличается тем, что, с целью увеличения выходной мощности, между устройством, для формирования электронного луча и отклоняющей системой установлена ускорительная трубка для сообщения электронному лучу релятивистской энергии. Для компенсации высокочастотного магнитного поля бегущей волны в месте прохождения луча имеется средство для создания постоянного магнитного поля.

После появления Лазертрона [3] с его кажущейся простотой формирования переменного во времени электронного потока возник вопрос о пригодности использования систем с фотокатодом, освещаемым (не обязательно лазерным) световым источником с соответствующим типом модуляции в устройствах гиротронного типа.

Для успешной работы Лазертрона требуется развивать большую плотность тока с фотокатода, чем в случае, когда уплотнения сгустков формируются с помощью кинематической группировки, применяемой, например, в клистронах. Действительно, превышение плотностей токов составляет столько же раз, во сколько длительность световой вспышки меньше периода ВЧ-колебаний (при фиксированной выходной мощности). Иными словами, та часть кинетической энергии пучка, которая при обычном методе распределена равномерно по длине электронного пучка, в Лазертроне должна содержаться в уплотнении целиком. При фиксированном ускоряющем потенциале это возможно, как указывалось выше, только за счет повышения числа электронов в уплотнении, т. е. увеличения плотности тока. Для не слишком заметного уменьшения КПД следу-

электроны около 10% [5], что достаточно для получения электронного пучка требуемой мощности.

Генератор по рис. 1 работает следующим образом. Фотокатод 1 находится под потенциалом 0,8—1 мегавольт относительно корпуса 3. Указанное напряжение создается высоковольтным источником 4. Форма электродов фотокатода, необходимая для формирования электронного потока, выбирается с учетом пространственного заряда.

Под воздействием луча света фотокатод 1 испускает электроны, которые, ускоряясь в электростатическом поле в зазоре катод—анод, через осесимметричную щель 10 попадает в кольцевой резонатор 11 бегущей волны и создают постоянный ток, проходящий через этот резонатор 11. Попадание электронов в щель 10 определяется распределением электростатического поля в зазоре между кольцевым фотокатодом и резонатором бегущей вол-

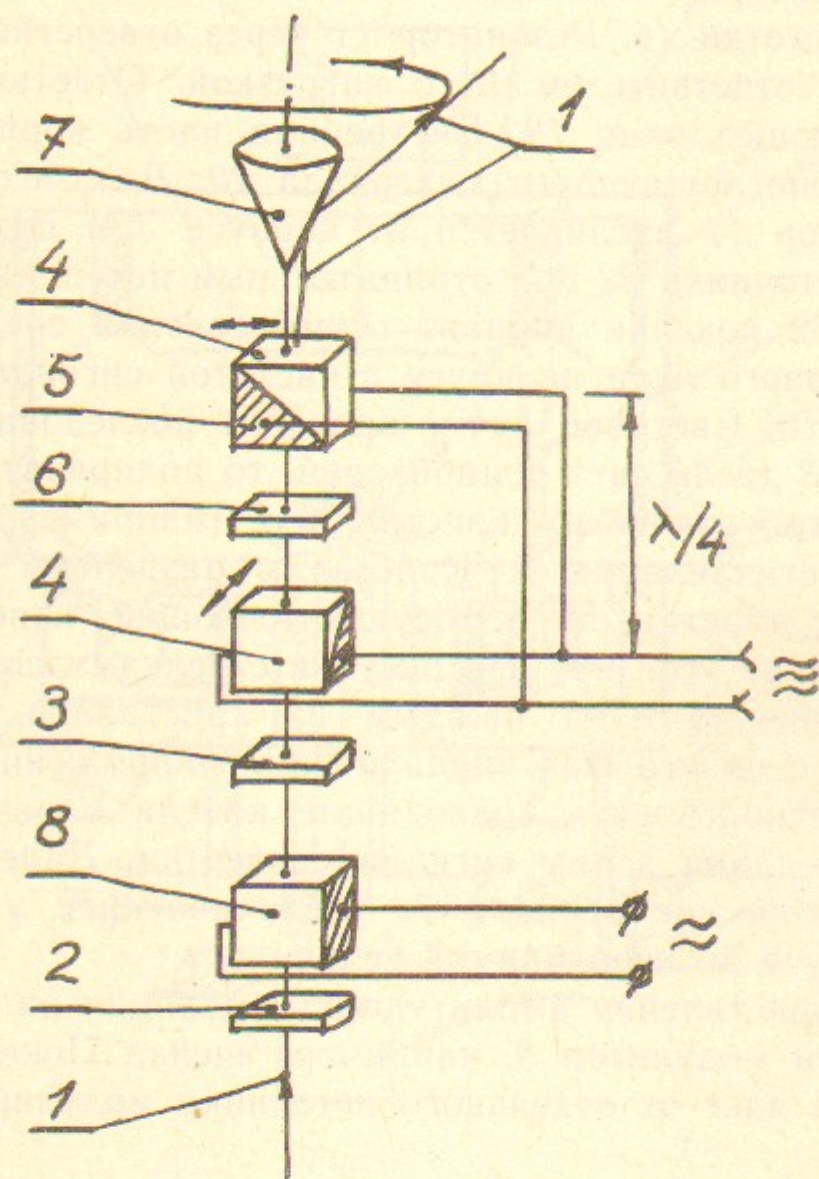


Рис. 2

ны 11, а также фокусирующим действием соленоида 21. С помощью светоразворачивающего устройства 7, луч света 5 через вакуумноплотное окно 8 освещает последовательно по кругу все участки кольцевого фотокатода 1. Таким образом, электронный луч 9, формируясь под воздействием светового луча на кольцевом фотокатоде 1, также имеет круговую развертку и после ускорения непрерывно меняет точку своего входа в резонатор 11, возбуждая в нем бегущую волну. Размеры резонатора выбираются так, чтобы собственная частота колебаний в нем была равна или кратна частоте обращения луча, а электрическое поле бегущей волны направлено перпендикулярно торцевым стенкам 13 резонатора 11. При этом напряжение на резонаторе 11 нарастает и при достаточной высокой собственной добротности и правильно подобранной связи с нагрузкой становится близким к величине напряжения, ускорившего пучок.

Частицы, передавшие свою энергию электромагнитному полю, выводятся из резонатора через вторую кольцевую щель в коллектор 12, находящийся под отрицательным потенциалом.

Для того, чтобы устранить когерентные колебания пучка при ускорении в зазоре катод—анод, внутренняя часть корпуса 3 покрывается слоем радиопоглощающего материала 20, а размеры корпуса выбраны так, чтобы отсутствовали резонансные частоты вблизи частоты усиливаемого сигнала. В настоящее время имеется опыт создания безрезонансных объемов значительной величины [6].

При работе в амплитудно-модулированном режиме в устройстве 7 осуществляется модуляция интенсивности света, освещающего фотокатод 1 отдельным модулирующим сигналом. При модуляции освещенности фотокатода 1 изменяется и число электронов, формируемых фотокатодом. При этом изменяется величина тока, пронизывающего кольцевой резонатор 11 и, как следствие, выходная мощность СВЧ-устройства.

Если устройство работает в режиме умножения частоты, то по азимуту укладывается K волн, где K —кратность умножения частоты.

В предложенном устройстве отдельные участки кольцевого фотокатода освещаются лишь в течение небольшой части периода усиливаемых колебаний, так что результирующая плотность тока с единицы поверхности оказывается меньше. Высокий кпд (теоретически равный 100%) позволяет получать большую СВЧ- и ВЧ-мощности при возможности осуществлять амплитудную модуляцию сигнала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент США № 321.987.3 по Кл. 315-5.25 за 1965 г.
2. А. с. № 340345 от 1969 М. Кл. H01j 25/00, Г.И. Будкер. Б. И. № 29, 1976.
3. Патент США № 431-3072 от 1982 М. Кл. H01j 25/02, М.Т. Вильсон, П. Таллерико.
4. Справочник по лазерной технике / Под. ред. Ю.В. Байбородина, Л.О. Криксунова, О.Н. Литвиненко. — Киев: Техника, 1978.
5. Рябов С.Г., Тропкин Г.Н., Усольцев И.Ф. Приборы квантовой электроники. — М.: Сов. радио, 1976.
6. Мицмахер М.Ю., Торгованов В.А. Безэховые камеры СВЧ. — М.: Радио и связь, 1982.

А.А. Михайличенко

Сверхвысокочастотный генератор

Ответственный за выпуск С.Г.Попов

Работа поступила 3 июня 1988 г.
Подписано в печать 27.06.88 г. МН 08418
Формат бумаги 60×90 1/16 Объем 0,8 печ.л., 0,7 уч.-изд.л.
Тираж 160 экз. Бесплатно. Заказ № 88

*Набрано в автоматизированной системе на базе фото-
наборного автомата ФА1000 и ЭВМ «Электроника» и
отпечатано на ротапринтере Института ядерной физики
СО АН СССР,
Новосибирск, 630090, пр. академика Лаврентьева, 11.*