



О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 538508

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 03.02.75 (21) 2101796/25

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

(43) Опубликовано 05.12.76 Бюллетень № 45

(45) Дата опубликования описания 30.03.77

(51) М. Кл.²

H 05 H 7/04

H 01 F 7/00

(53) УДК 621.384.6

(72) Авторы
изобретения

Д. Ф. Алферов, Ю. А. Башмаков
и Е. Г. Бессонов

(71) Заявитель

Ордена Ленина физический институт им. П. Н. Лебедева

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛЯРИЗОВАННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

1

Изобретение относится к ускорительной технике и может быть использовано для получения узконаправленного поляризованного электромагнитного излучения в широкой области спектра.

Одной из возможностей получения узконаправленного излучения является использование излучения релятивистских заряженных частиц в устройствах, в которых частицы совершают вынужденные периодические колебания, причем излучение в единичном телесном угле будет линейно-поляризованным, если частицы движутся в одной плоскости, и циркулярно-поляризованным, если частицы движутся по винтовой линии.

Известно устройство для получения узконаправленного монохроматического циркулярно-поляризованного излучения релятивистских частиц в однородном магнитном поле, выполненное в виде соленоида, т.е. цилиндрического каркаса, на котором расположена обмотка, подключенная к источнику питания.

2

Основным недостатком соленоида при его использовании для генерации циркулярно-поляризованного электромагнитного излучения является слабая зависимость характеристик излучения от энергии заряженных частиц, что не позволяет существенно увеличить жесткость и интенсивность монохроматического циркулярно-поляризованного излучения. Кроме того, в соленоиде невозможно получить полностью линейно-поляризованное электромагнитное излучение.

5 характеристик излучения от энергии заряженных частиц, что не позволяет существенно увеличить жесткость и интенсивность монохроматического циркулярно-поляризованного излучения. Кроме того, в соленоиде невозможно получить полностью линейно-поляризованное электромагнитное излучение.

10 Целью изобретения является расширение функциональных возможностей устройства для получения поляризованного электромагнитного излучения, т.е. получение как циркулярно; так и линейно-поляризованного излучения, а также увеличение жесткости и интенсивности этого излучения.

20 Поставленная цель достигается за счет того, что обмотка содержит два concentрично расположенных слоя витков, каждый из которых намотан двумя последовательно соединенными проводниками, образующими

25

3

двухзаходную спираль. Заходы спирали сдвинуты один относительно другого на половину шага намотки, причем проводники одного слоя образуют левую винтовую линию, а проводники другого слоя - правую винтовую линию.

Основное преимущество предлагаемого устройства состоит в том, что вблизи его оси Z в зависимости от режима питания обмотки формируется поперечное гармонически изменяющееся вдоль оси Z магнитное поле, вектор напряженности которого либо ориентирован в одной плоскости, проходящей через ось устройства, либо вращается вдоль оси Z с периодом λ_0 , равным шагу намотки, что позволяет получить либо линейно-поляризованное, либо циркулярно-поляризованное излучение. Пучок релятивистских частиц взаимодействует с основной частью магнитного потока, возбуждаемого в устройстве, при условии, что длина устройства много больше его диаметра, минимальная величина которого ограничена поперечными размерами пучка. При этом потоки рассеяния магнитного поля будут меньше, чем в известных устройствах для генерации линейно-поляризованного излучения, а постоянная составляющая магнитного поля отсутствует. Уменьшение потоков рассеяния позволяет при заданном периоде устройства увеличить амплитуду магнитного поля и, следовательно, интенсивность излучения.

Предлагаемое устройство при одинаковой длине имеет меньшие габариты и вес, чем известные устройства для получения линейно-поляризованного излучения, что значительно упрощает его установку в прямолинейном промежутке накопителя. Частота и интенсивность монохроматического циркулярно-поляризованного излучения в предлагаемом устройстве существенно выше, чем в соленоиде.

На чертеже показано предлагаемое устройство для преобразования энергии заряженных частиц в поляризованное электромагнитное излучение, состоящее из двух соосных цилиндрических слоев, образующих катушки 1 и 2. Каждая катушка состоит из двух последовательно соединенных проводников, намотанных по одинаковым винтовым линиям, смещенным одна относительно другой вдоль оси Z устройства на половину шага винтовой линии $\lambda_0/2$. Проводники 3, 4 катушки 1 образуют левую винтовую линию, а проводники 5, 6 катушки 2 - правую винтовую линию. Питание обеих катушек независимое.

4

При пропускании электрического тока J только через проводники 3, 4 катушки 1 вблизи оси Z формируется винтовое магнитное поле

$$H = i H_m \sin \frac{2\pi}{\lambda_0} Z - j H_m \cos \frac{2\pi}{\lambda_0} Z,$$

где i, j, k - орты по оси X, Y, Z соответственно;

$$H_m = \frac{4J}{ca} [x K_1(x) + x^2 K_0(x)],$$

$$x = 2\pi a / \lambda_0;$$

где a - радиус катушки;

K_0, K_1 - функции Макдональда.

В таком поле частица будет двигаться по винтовой линии с поперечной скоростью

$$V_{\perp} \sim H_m \lambda_0 / \gamma.$$

Частота обращения частицы в этом случае, в отличие от движения в соленоиде, не зависит от поля в устройстве и от энергии частицы

$$\Omega = \frac{2\pi c}{\lambda_0}$$

и определяется шагом намотки проводников в цилиндрической катушке.

При движении релятивистской заряженной частицы в полученном винтовом поле максимум интенсивности циркулярно-поляризованного излучения в единичном телесном угле вдоль оси устройства определяется по формуле

$$\frac{dJ}{d\Omega} \sim H_m^2 \gamma^2,$$

полная интенсивность излучения

$$J \sim H_m^2 \gamma^2$$

а частота излучения

$$\omega \sim \Omega \gamma^2.$$

Таким образом, при $\gamma \gg 1$ интенсивность и жесткость циркулярно-поляризованного излучения, генерируемого в предлагаемом устройстве, при фиксированном значении тока J может быть на несколько порядков выше, чем интенсивность и жесткость излучения тех же частиц в соленоиде при том же токе.

Если пропустить ток J через проводники обеих катушек, то вблизи оси Z предлагаемого устройства будет возбуждаться гармонически изменяющееся вдоль оси Z магнитное поле, вектор напряженности которого ориентирован в плоскости, проходящей через ось устройства

$$H = 2 H_m \sin \frac{2\pi}{\lambda_0} Z.$$

При таком варианте предлагаемого устройства излучение релятивистских частиц, проходящих вблизи оси Z , будет линейно-поляризованным.

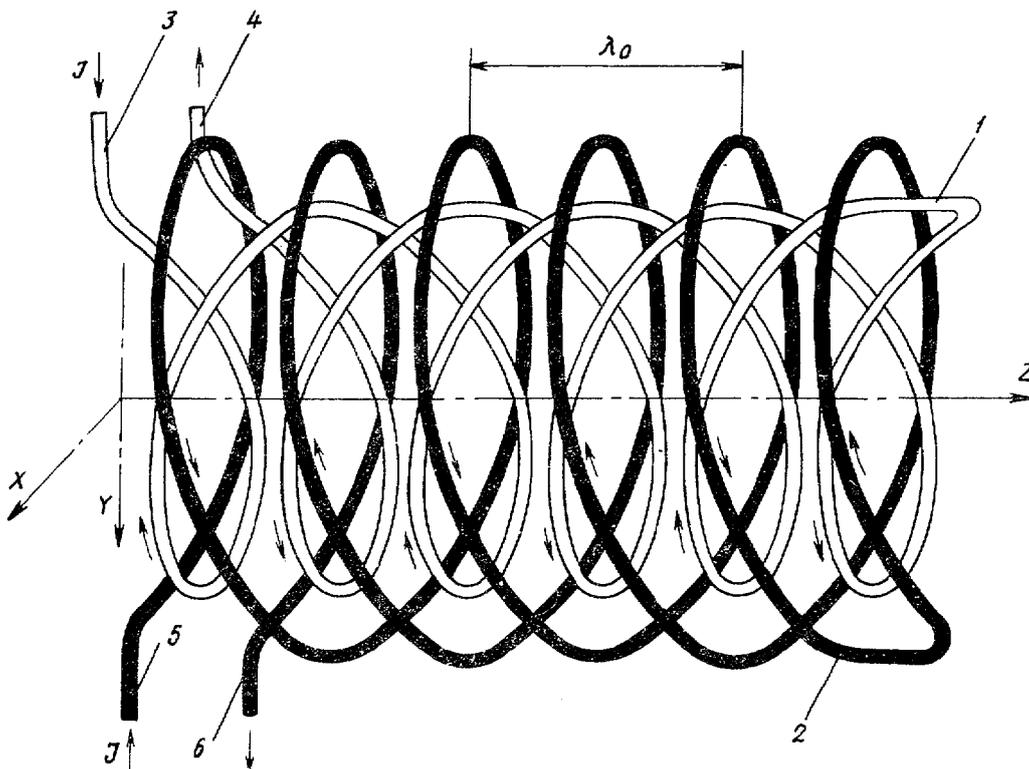
60

Так как амплитуда магнитного поля $2H_m$ в предлагаемом устройстве при фиксированных значениях α и λ зависит только от величины возбуждаемого тока и ограничена только значением допустимого тока в обмотке устройства, а потоки рассеяния магнитного поля минимальны, то интенсивность линейно-поляризованного излучения будет выше, чем в известных устройствах.

Таким образом, использование предлагаемого устройства для преобразования энергии заряженных частиц в электромагнитное излучение позволяет получить в зависимости от режима питания обмотки как линейно-поляризованное, так и циркулярно-поляризованное излучение, а также существенно увеличить интенсивность и жесткость этого излучения.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство для получения поляризованного электромагнитного излучения, содержащее цилиндрический каркас, на котором расположена обмотка, подключенная к системе питания, отличающееся тем, что, с целью расширения его функциональных возможностей, повышения жесткости и интенсивности электромагнитного излучения, обмотка содержит два concentрично расположенных слоя витков, каждый из которых намотан двумя последовательно соединенными проводниками, образующими двухзаходную спираль, заходы у которой сдвинуты друг относительно друга на половину шага намотки, причем проводники одного слоя образуют левую винтовую линию, а проводники другого слоя — правую винтовую линию.



Составитель Е. Громов

Редактор Т. Орловская Техред М. Ликович Корректор В. Куприянов

Заказ 5732/34

Тираж 1029

Подписное

ЦНИИПИ Государственного комитета Совета Министров СССР
по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4