

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 799 876**

51 Int. Cl.:

C01B 13/11 (2006.01)

H01T 23/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.01.2018 E 18153893 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2020 EP 3517498**

54 Título: **Generador de ozono compacto con ensamblaje de electrodos de espacio múltiple**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.12.2020

73 Titular/es:

**XYLEM EUROPE GMBH (100.0%)
Bleicheplatz 6
8200 Schaffhausen, CH**

72 Inventor/es:

**FIETZEK, REINER;
BRÜGGEMANN, NICOLE;
FIEKENS, RALF y
SALVERMOSER, MANFRED**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 799 876 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Generador de ozono compacto con ensamblaje de electrodos de espacio múltiple

5 La presente invención se refiere a un dispositivo para generar ozono con las características del preámbulo de la reivindicación 1 y un procedimiento para la producción de ozono con las características del preámbulo de la reivindicación 8 y la reivindicación 11.

El ozono es un potente medio oxidante tanto para compuestos orgánicos como inorgánicos. Existen diversas áreas de aplicación del ozono, una de las cuales es su uso en el tratamiento del agua.

10 Técnicamente, el ozono se puede generar mediante descarga eléctrica silenciosa en un gas que contiene oxígeno. La descarga eléctrica silenciosa, en contraste con la descarga por chispa, debe entenderse como una descarga de plasma estable o descarga de corona. El oxígeno molecular se disocia en oxígeno atómico. Los átomos de oxígeno reactivos se unen posteriormente al oxígeno molecular en una reacción exotérmica y forman moléculas triatómicas, es decir, ozono. El rendimiento de ozono depende, entre otras cosas, de la intensidad del campo eléctrico y la temperatura de funcionamiento.

15 Los ensamblajes de electrodos con múltiples espacios de descarga para la generación de ozono son conocidos, véanse los documentos JP H07 187609 A, WO2012/072011 A1 y JP H11 157808 A. Estos ofrecen varias ventajas sobre los sistemas de espacio único, por ejemplo, mejor utilización del volumen del reactor, menores requisitos de espacio, menor coste de inversión, menor entrada de potencia y mayores áreas de descarga.

20 De acuerdo con la ley de Paschen, el voltaje de ruptura es una función del ancho del espacio multiplicado por la densidad del gas. Para tener una entrada de potencia uniforme sobre múltiples espacios de descarga, los espacios deben tener exactamente el mismo ancho de espacio a una amplitud de voltaje dada. Sin embargo, esto es muy difícil de realizar en generadores de ozono con tubos concéntricos que conducen a pérdidas en el rendimiento. Además, las diferencias en el número de moléculas por centímetro cúbico debido a las diferencias de temperatura también pueden conducir a diferencias no deseadas en la entrada de potencia.

25 Un objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo de espacio múltiple para generar ozono con un consumo de energía específico reducido.

Este problema se resuelve mediante un dispositivo para generar ozono con las características enumeradas en la reivindicación 1 y un procedimiento para la producción de ozono con las características enumeradas en la reivindicación 8 y la reivindicación 11.

30 En consecuencia, se proporciona un dispositivo para generar ozono a partir de gas que contiene oxígeno mediante descarga eléctrica silenciosa con al menos dos electrodos de alto voltaje y al menos un electrodo de tierra, en el que entre cada electrodo de alto voltaje y electrodo de tierra se dispone un dieléctrico, y en el que se forman al menos dos espacios de descarga, las cuales son atravesadas por el gas, y en el que se aplica un voltaje diferente a cada espacio individual de acuerdo con el ancho del espacio individual. Al aplicar un voltaje diferente a cada espacio, individual el consumo de energía se puede reducir porque se puede alcanzar una entrada de potencia uniforme a través de los espacios.

35 Preferiblemente, se usa un transformador con varios conectores para proporcionar diferentes voltajes a diferentes espacios.

En otra realización, cada espacio puede tener su propia fuente de potencia para proporcionar diferentes voltajes a diferentes espacios.

40 Es ventajoso que la superficie de los electrodos y/o el dieléctrico se profile para alcanzar una distribución de anchos de espacio.

Preferiblemente, los espacios se forman entre los electrodos de alto voltaje y el dieléctrico correspondiente.

En una realización preferente, el dispositivo tiene un número impar de espacios con un electrodo de tierra interno.

Es preferente que los electrodos y el dieléctrico tengan forma anular.

45 Además, se proporciona un procedimiento para la producción de ozono con un dispositivo para generar ozono a partir de gas que contiene oxígeno mediante descarga eléctrica silenciosa con al menos dos electrodos de alto voltaje y al menos un electrodo de tierra, en el que entre cada electrodo de alto voltaje y electrodo de tierra está dispuesto un dieléctrico, y en el que se forman al menos dos espacios de descarga, las cuales son atravesadas por el gas, el procedimiento comprende los siguientes pasos:

- 50
- Proporcionar un suministro de voltaje con una primera amplitud de voltaje a un primer electrodo de alto voltaje, en el que la primera amplitud de voltaje es mayor que un primer voltaje de ruptura del primer espacio formado por el primer electrodo de alto voltaje;

- Proporcionar un suministro de voltaje con una segunda amplitud de voltaje a un segundo electrodo de alto voltaje, en el que la segunda amplitud de voltaje es mayor que un segundo voltaje de ruptura del segundo espacio formado por el segundo electrodo de alto voltaje;
- Ajustar la primera y segunda amplitud de voltaje de modo que la entrada de potencia sea aproximadamente la misma para el primer espacio y el segundo espacio.

De esta manera, se puede reducir el consumo de potencia y aumentar el rendimiento de la generación de ozono.

Preferentemente, se usa un transformador con varios conectores para proporcionar los voltajes primero y segundo o cada espacio tiene su propia fuente de potencia para proporcionar diferentes voltajes.

Se proporciona además un segundo procedimiento para la producción de ozono con un dispositivo para generar ozono a partir de gas que contiene oxígeno mediante descarga eléctrica silenciosa con al menos dos electrodos de alto voltaje y al menos un electrodo de tierra, en el que entre cada electrodo de alto voltaje y electrodo de tierra esta dispuesto un dieléctrico, y en el que se forman al menos dos espacios de descarga, los cuales son atravesados por el gas, el procedimiento comprende los siguientes pasos:

- Ajustar la capacidad de al menos un espacio con material de relleno dispuesto en el intersticio entre un electrodo de alto voltaje y un dieléctrico correspondiente, de tal manera que la entrada de potencia sea aproximadamente la misma para todos los espacios. En lugar de ajustar las amplitudes de voltaje, se puede usar un material de relleno para ajustar la capacidad del espacio para que sea uniforme a través de la disposición del electrodo.

Preferentemente, el material de relleno es una malla de alambre, la cual puede estar hecha de acero inoxidable.

Es ventajoso que el dispositivo tenga un número impar de espacios con el electrodo interno como electrodo de tierra.

Se puede usar una única fuente de potencia para todos los electrodos de alto voltaje. Preferiblemente, los electrodos de alto voltaje están conectados en paralelo a la fuente de potencia individual.

Las realizaciones preferentes de la presente invención se describirán con referencia a los dibujos. En todas las figuras, los mismos signos de referencia denotan los mismos componentes o componentes funcionalmente similares.

La figura 1 muestra una vista esquemática en sección transversal de una unidad de descarga de múltiples espacios de un generador de ozono con múltiples fuentes de potencia de alto voltaje;

La figura 2, no de acuerdo con la invención, muestra una vista esquemática en sección transversal de una unidad de descarga de múltiples espacios de un generador de ozono con una única fuente de potencia de alto voltaje;

La figura 3 muestra un gráfico con un curso esquemático de entrada de potencia frente a la amplitud de voltaje de un generador de ozono de dos espacios; y

La figura 4 muestra un gráfico con un curso esquemático de entrada de potencia frente a la amplitud de voltaje de un generador de ozono de tres espacios.

La figura 1 muestra una disposición 1 de electrodos de un dispositivo para generar ozono con un grupo de electrodos de forma anular, los cuales se instalan de forma anidada. Los componentes de la disposición de electrodos se muestran esquemáticamente. Las líneas punteadas o discontinuas no representan ninguna estructura física de los electrodos. Los electrodos de alto voltaje están representados por una línea continua, los dieléctricos por una línea discontinua y los electrodos de tierra por una línea punteada. Un electrodo 2 central de alto voltaje está rodeado concéntricamente por un electrodo 3 de tierra, en el que entre los electrodos 2,3 está dispuesto un dieléctrico 4. El electrodo 2 interno puede ser hueco, permitiendo que el líquido o el gas fluyan a través del interior del electrodo 2 con fines de enfriamiento. El electrodo 3 de tierra está nuevamente rodeado por un dieléctrico 5, el cual está cubierto por un electrodo 6 de alto voltaje. El electrodo 6 de alto voltaje está nuevamente rodeado por un dieléctrico 7 seguido de un electrodo 8 de tierra, otro dieléctrico 9, un electrodo 10 externo de alto voltaje y un dieléctrico 11 que cubre el electrodo 10 externo de alto voltaje. La capa más externa de la disposición del electrodo es un electrodo 12 de tierra. los espacios 100 se forman entre los electrodos de alto voltaje y el dieléctrico y entre el dieléctrico y los electrodos de tierra. los espacios 100 tienen anchos de espacio diferentes. A través de los espacios 100 pasa oxígeno puro o una mezcla gaseosa, tal como el aire atmosférico que contiene oxígeno. Los electrodos 2,6,10 de alto voltaje están cada uno conectados eléctricamente a una fuente 130,131,132 de potencia de alto voltaje separada. Si se aplica una amplitud de voltaje por encima del voltaje de ruptura, aparece una corona en la espacio de descarga que resulta en la conversión parcial de oxígeno en ozono. El ozono se forma cuando las moléculas de oxígeno se aceleran y chocan en un campo eléctrico alterno. Esta formación solo ocurre cuando hay un gradiente de voltaje y el campo eléctrico ha alcanzado la fuerza necesaria para ionizar el gas.

La producción de ozono por dichos generadores es una función creciente de la potencia eléctrica aplicada a la misma y, por lo tanto, el control de la producción al valor requerido se efectúa ajustando dicha potencia.

5 En la figura 2, la disposición de electrodos de la figura 1 se muestra con excepción de las múltiples fuentes de potencia de alto voltaje. A diferencia de la figura 1, se usa una única fuente 13 de potencia de alto voltaje con un condensador de alto voltaje. Los electrodos 2,6,10 de alto voltaje están conectados en paralelo.

10 La figura 3 muestra la dependencia de la entrada de potencia P_{ei} de un generador de ozono de dos espacios de la amplitud de voltaje U_0 . Los dos espacios están conectados a una única fuente de potencia. Los dos espacios tienen diferentes voltajes de ruptura (voltaje de encendido) U_{c1} y U_{c2} respectivamente, en el que $U_{c1} < U_{c2}$. En $U_0 < U_{c2}$ solo se enciende el primera espacio. Si la amplitud del voltaje alcanza a U_{0i} , ambos espacios se encienden pero la entrada de potencia no es la misma. Para que la entrada de potencia de los dos espacios sea la misma, la amplitud de voltaje debe ser igual a U_{02} . Sin embargo, U_{02} no es el voltaje óptimo para los dos espacios en términos de eficiencia de generación de ozono.

15 La figura 4 muestra la dependencia de la entrada de potencia P_{ei} de un generador de ozono de tres espacios de la amplitud de voltaje U_0 . Como se explicó anteriormente para el generador de ozono de dos espacios, los tres espacios tienen diferentes voltajes de ruptura U_{c1} , U_{c2} y U_{c3} respectivamente, en el que $U_{c1} < U_{c2} < U_{c3}$. Para que la entrada de potencia de los tres espacios sea la misma, la amplitud de voltaje no es el voltaje óptimo para los tres espacios en términos de eficiencia de generación de ozono.

Para alcanzar una entrada de potencia uniforme en todas los espacios con alta eficiencia de producción de ozono, por ejemplo, el ancho de espacio efectivo o los voltajes aplicados se ajustan de acuerdo con la invención.

20 En una realización de la presente invención, se usa un transformador con varios conectores para proporcionar diferentes voltajes a diferentes espacios. Los voltajes se ajustan de acuerdo con el ancho del espacio, de modo que la entrada de potencia para cada espacio es casi la misma. De esta manera, se pueden compensar los anchos de espacio desiguales.

25 En otra realización, cada espacio tiene su propia fuente 130,131,132 de potencia para proporcionar diferentes voltajes a diferentes espacios (véase figura 1). Asimismo, los voltajes se ajustan de acuerdo con los anchos de espacio.

30 En lugar de ajustar el voltaje, en otra realización, la capacidad del espacio y el voltaje de ruptura, respectivamente, pueden modificarse con material de relleno. El espacio y los condensadores de forma dieléctrica conectados en serie. El material de relleno está en contacto eléctrico con el electrodo. Está hecho particularmente de malla de alambre, preferiblemente de acero inoxidable. Sin embargo, se pueden usar tramas o una tela tejida, un tejido similar a una red o un material de alambre no estructurado en aplicaciones simples.

El material de relleno reduce el ancho de espacio efectivo y la capacidad del espacio respectivamente. De esta manera, el voltaje de ruptura del espacio y la entrada de potencia se pueden ajustar, de modo que la entrada de potencia para cada espacio con una única fuente de potencia sea casi la misma.

35 Si los electrodos 2,6,10 están conectados en serie, el voltaje puede ajustarse adicionalmente con el aumento de la concentración de ozono y un cambio respectivo en el voltaje de ruptura.

Puede ser ventajoso perfilar la superficie de los electrodos o el dieléctrico para alcanzar una distribución de anchos de espacio.

Preferentemente, el sistema de espacios múltiples tiene un número impar de espacios, de modo que el electrodo interno puede ser un electrodo de tierra.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un dispositivo de generación de ozono a partir de gas que contiene oxígeno mediante descarga eléctrica silenciosa con electrodos los cuales se instalan de forma anidada con al menos dos electrodos (2,6,10) de alto voltaje y al menos un electrodo (3,8, 12) de tierra, en el que entre cada electrodo (2,6,10) de alto voltaje y electrodo (3,8,12) de tierra está dispuesto un dieléctrico (4,5,9,11), y en el que se forman al menos dos espacios (100) de descarga, los cuales son atravesados por el gas, **caracterizado porque** el dispositivo tiene medios para aplicar un voltaje diferente a cada espacio (100) individual de acuerdo con el ancho de espacio individual.
2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el medio para aplicar un voltaje diferente a cada espacio (100) individual es un transformador con varios conectores.
- 10 3. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** los medios para aplicar un voltaje diferente a cada espacio (100) individual incluyen al menos dos fuentes (130,13,132) de potencia, una para cada espacio (100).
4. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la superficie de los electrodos (2,3,6,8,10,12) y/o el dieléctrico (4,5,9,11) está perfilada para alcanzar una distribución de anchos de espacio.
- 15 5. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los espacios (100) se forman entre los electrodos (2,6,10) de alto voltaje y el dieléctrico (4,5,9,11) correspondiente.
6. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el dispositivo tiene un número impar de espacios (100) con un electrodo de tierra interno.
- 20 7. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los electrodos (2,3,6,8,10,12) y el dieléctrico (4,5,9,11) tienen forma anular.
8. Procedimiento de producción de ozono con un dispositivo para generar ozono a partir de gas que contiene oxígeno mediante descarga eléctrica silenciosa con electrodos los cuales se instalan de forma anidada con al menos dos electrodos (2,6,10) de alto voltaje y al menos un electrodo (3,8,12) de tierra, en el que entre cada electrodo (2,6,10) de alto voltaje y electrodo (3,8,12) de tierra está dispuesto un dieléctrico (4,5,9,11), y en el que se forman al menos dos espacios (100) de descarga, las cuales son atravesadas por el gas, el procedimiento comprende los siguientes pasos:
- 25
- Proporcionar un suministro de voltaje con una primera amplitud de voltaje a un primer electrodo (2) de alto voltaje, en el que la primera amplitud de voltaje es mayor que un primer voltaje (U_{c1}) de ruptura del primer espacio formado por el primer electrodo (2) de alto voltaje;
- 30
- Proporcionar un suministro de voltaje con una segunda amplitud de voltaje a un segundo electrodo (6) de alto voltaje, en el que la segunda amplitud de voltaje es mayor que un segundo voltaje (U_{c2}) de ruptura del segundo espacio formado por el segundo electrodo (6) de alto voltaje;
 - Ajustar la primera y segunda amplitud de voltaje de modo que la entrada de potencia sea aproximadamente la misma para el primer espacio y el segundo espacio.
- 35 9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado porque** se usa un transformador con varios conectores para proporcionar los voltajes primero y segundo.
10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado porque** cada espacio tiene su propia fuente (130,131,132) de potencia para proporcionar diferentes voltajes.
- 40 11. Procedimiento de producción de ozono con un dispositivo para generar ozono a partir de gas que contiene oxígeno mediante descarga eléctrica silenciosa con electrodos los cuales se instalan de forma anidada con al menos dos electrodos (2,6,10) de alto voltaje y al menos un electrodo (3,8,12) de tierra, en el que entre cada electrodo (2,6,10) de alto voltaje y electrodo (3,8,12) de tierra está dispuesto un dieléctrico (4,5,9,11), y en el que se forman al menos dos espacios (100) de descarga, los cuales son atravesados por el gas, el procedimiento comprende los siguientes pasos:
- 45
- Ajustar la capacidad de al menos un espacio con material de relleno dispuesto en el intersticio entre un electrodo (2,6,10) de alto voltaje y un dieléctrico (4,5,9,11) correspondiente, de tal manera que la entrada de potencia sea aproximadamente la misma para todos los espacios.
12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado porque** el material de relleno es una malla de alambre, preferiblemente realizada de acero inoxidable.
- 50 13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11 o 12, **caracterizado porque** el dispositivo tiene un número impar de espacios con el electrodo interno como electrodo de tierra.

14. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 13, **caracterizado porque** se utiliza una única fuente (13) de potencia para todos los electrodos (2,6,10) de alto voltaje.

15. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado porque** los electrodos (2,6,10) de alto voltaje están conectados en paralelo a la única fuente (13) de potencia.

Fig. 1

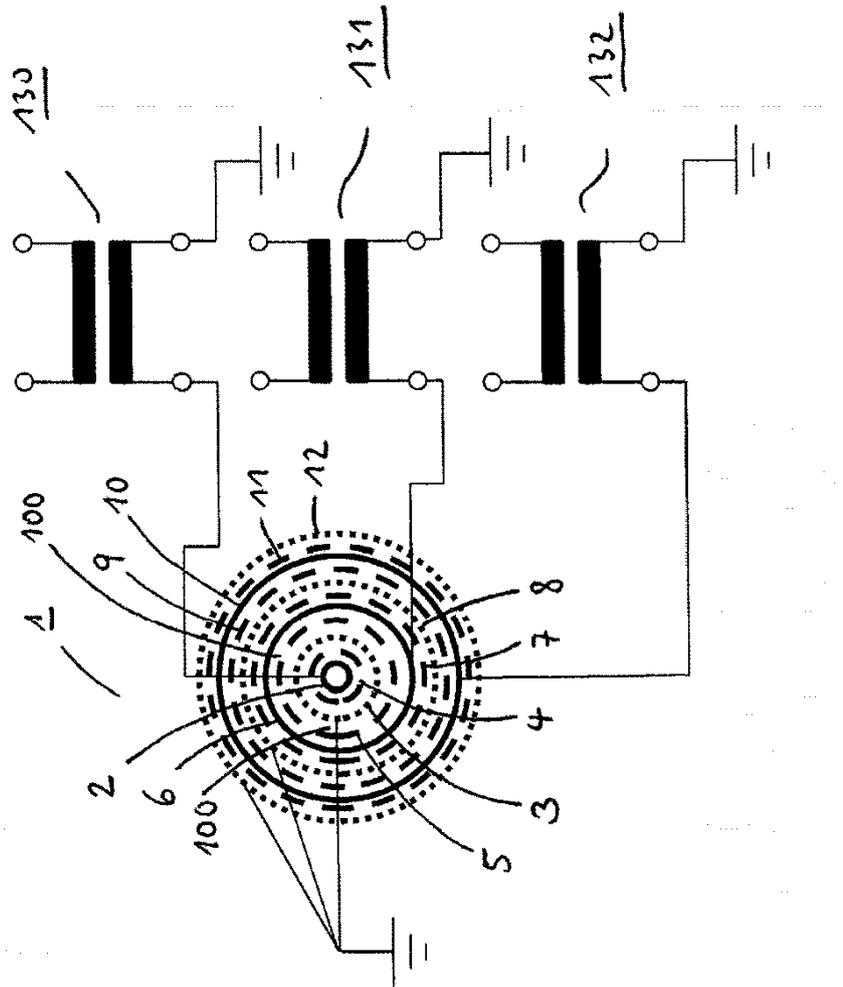


Fig. 2

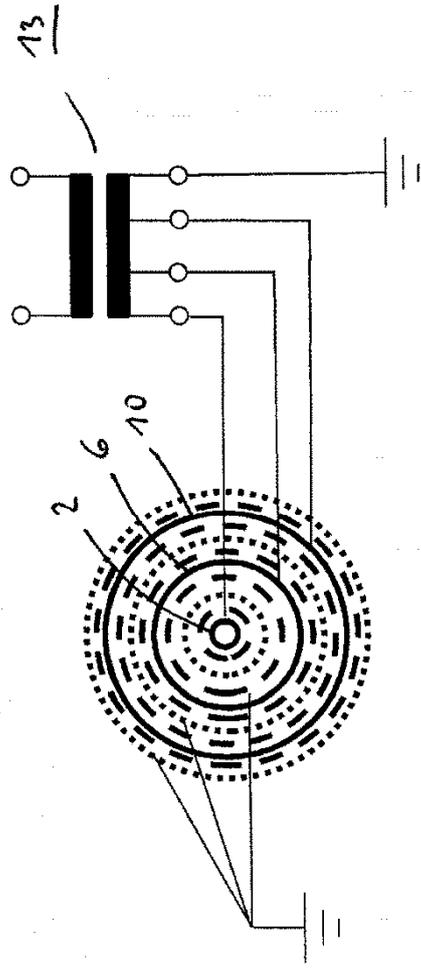


Fig. 4

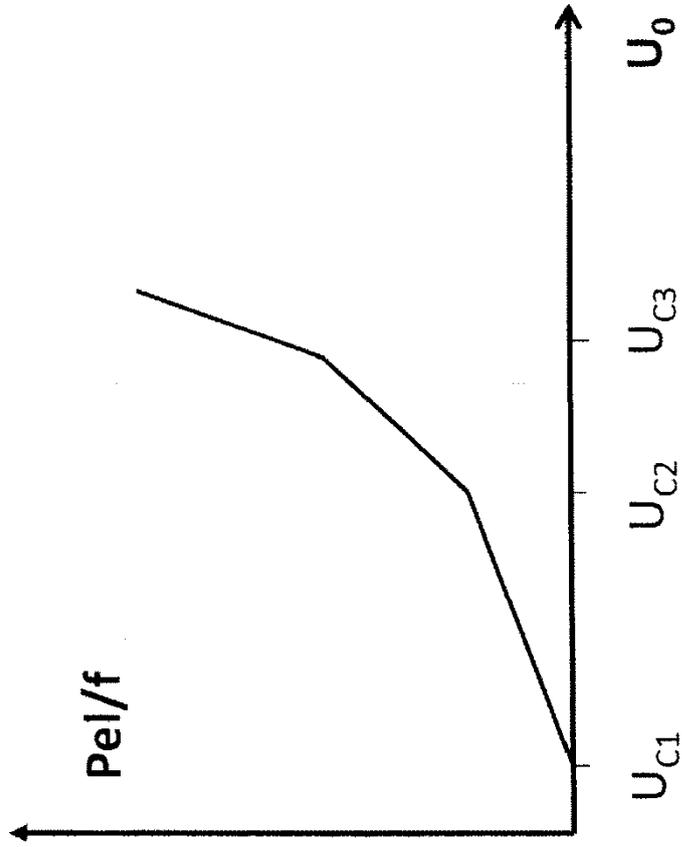


Fig. 3

