

(19)



(11)

EP 1 878 972 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

16.01.2008 Patentblatt 2008/03

(51) Int Cl.:

F23R 3/28 (2006.01)

F23D 11/38 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07013321.0**

(22) Anmeldetag: **06.07.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE
SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **13.07.2006 DE 102006032429**

(71) Anmelder: **Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG
15827 Blankenfelde-Mahlow (DE)**

(72) Erfinder:

- **Gerakis, Jeffrey-George
12309 Berlin (DE)**
- **Rackwitz, Leif
15834 Rangsdorf (DE)**

(74) Vertreter: **Weber, Joachim**

**Hoefer & Partner
Patentanwälte
Pilgersheimer Strasse 20
81543 München (DE)**

(54) **Kraftstoffenspritzvorrichtung für eine Fluggasturbine**

(57) Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung für Einspritzsysteme, z.B. für Fluggasturbinen, mit zumindest einer Kraftstoffeinspritzöffnung, durch

welche kontinuierlich fließender Kraftstoff 1 ausströmbar ist, wobei die Kraftstoffeinspritzöffnung einen nicht-kreisförmigen Querschnitt aufweist.

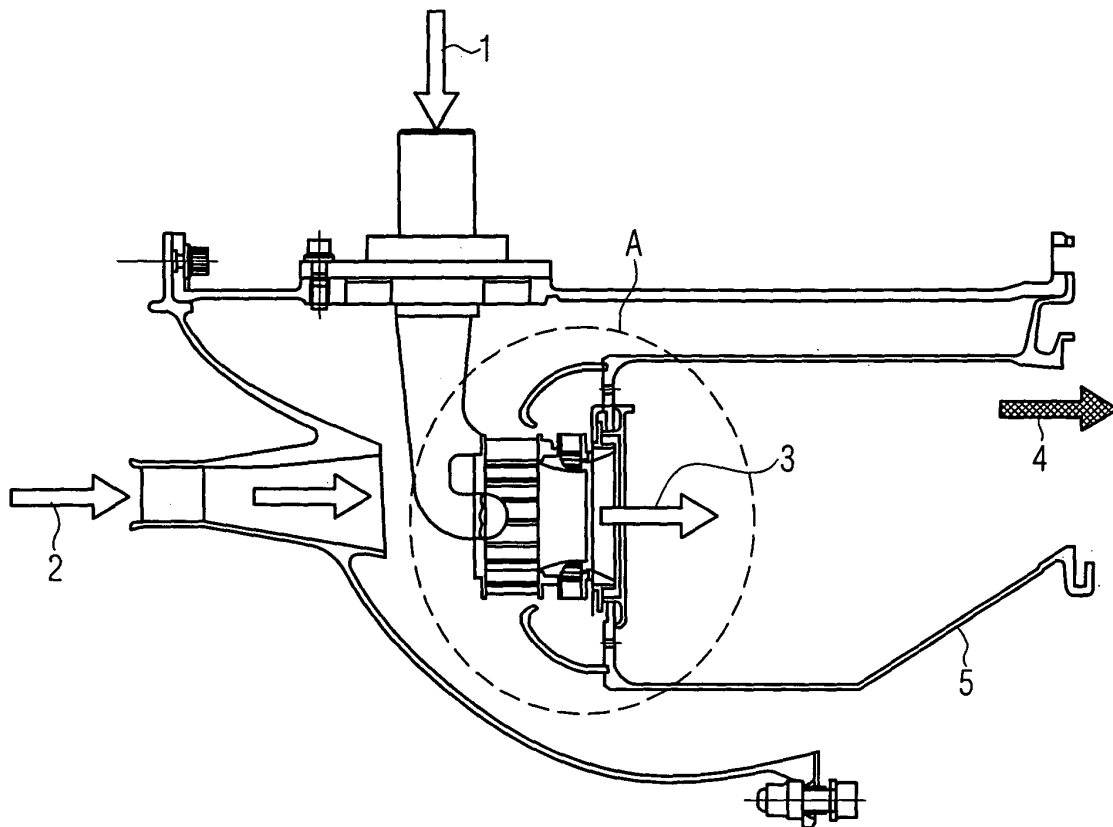


FIG. 1

EP 1 878 972 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung für eine Fluggasturbine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Weiterhin bezieht sich die Erfindung auf stationäre Gasturbinen sowie allgemein auf jegliche Art von Einspritzsystemen.

[0002] Im Einzelnen bezieht sich die Erfindung auf eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung für eine Fluggasturbine mit zumindest einer Kraftstoffeinspritzöffnung, durch welche kontinuierlich fließender Kraftstoff ausströmbar ist.

[0003] Bei Verbrennungsprozessen wird die Einspritzung des Kraftstoffs in den Brennraum in der Regel durch Kraftstoffdüsen oder einzelne Einspritzelemente mit runden Öffnungsquerschnitten verwirklicht. Diesbezügliche Anwendungen sind im Bereich Gasturbinen, Kolbenmaschinen für Otto- und Dieselmotoren, Wankelmotoren, Raketentriebwerke etc. bekannt. Für Fluggasturbinen kommen häufig Luftstromzerstäuberdüsen zum Einsatz, wobei ein über einen Ringquerschnitt erzeugter Kraftstofffilm mit geringem Kraftstoff-Luft-Impulsverhältnis infolge der hohen Luftstromgeschwindigkeiten möglichst homogen zerstäubt werden soll. Für Ölsysteme für Verbrennungskraftmaschinen kommen auch ringförmige Austrittsöffnungen zur Anwendung, um die Schmierstoffe zu den entsprechenden Schmierkammern zu führen.

[0004] Im Hinblick auf eine signifikante Reduktion von Schadstoffemissionen - insbesondere von Stickoxiden NO_x - ist das Erreichen eines Tropfenspektrums mit möglichst kleinen Tropfendurchmessern wichtig. Durch kleinere Kraftstofftropfen lässt sich eine Maximierung der Oberfläche bei gegebenem Kraftstoffvolumen erreichen, so dass der Phasenübergang des flüssigen Kraftstoffs in die Gasphase beschleunigt wird. Damit kann eine verbesserte Kraftstoff-Luft-Mischung erreicht werden, so dass eine homogenere Temperaturverteilung mit niedrigeren Temperaturspitzen im Brennraum erzielt werden kann.

[0005] Eine verbesserte Gemischaufbereitung mit im Mittel niedrigen Tropfendurchmessern kann durch Verbesserungen der Brenneraerodynamik als auch durch eine Verbesserung des Kraftstoffeintrags verwirklicht werden. Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Optimierung des Kraftstoffeintrags.

[0006] Einen nächstkommenden Stand der Technik zeigt beispielsweise die DE-A-103 48 604. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung bzw. eine optimierte Austrittsgeometrie einer Brennstoffdüse zu schaffen, welche bei einfachem Aufbau und einfacher, kostengünstiger Herstellbarkeit eine Optimierung der Verdampfung des Kraftstoffes ermöglichen.

[0007] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmalskombination des Hauptanspruchs gelöst, die Unteransprüche zeigen weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0008] Erfindungsgemäß ist somit vorgesehen, dass die Einspritzung des flüssigen Kraftstoffs in den Brenn-

raum über einen nicht-kreisförmigen Austrittsquerschnitt umgesetzt wird.

[0009] Für ein kontinuierlich fließendes Fluid - wie bei der Anwendung bei Gasturbinenbrennkammern - ergibt sich erfindungsgemäß, dass ein nicht-kreisförmiger Querschnitt, z.B. bei der Eindüsung von einzelnen oder mehreren Kraftstoffstrahlen in einer Querströmung, infolge einer vergrößerten Oberfläche pro Volumenelement der Flüssigkeit zu einer Intensivierung des Oberflächenzerfalls des Flüssigstrahls führt. Durch die gewinkelte Oberflächenstruktur des nicht-kreisförmigen Kraftstoffstrahls existiert zudem ein verkleinerter "Kernstrahl" der Flüssigkeit, so dass der Strahlzerfall und weitere Aufbruch in Ligamente und Tropfen im Vergleich zu einem kreisförmig ausgebildeten Strahl gleichen Volumens früher einsetzt. Durch die beschriebenen Effekte wird erwartet, dass mit einem nicht-kreisförmigen Austrittsquerschnitt eine Kraftstoffverteilung mit kleineren Tropfendurchmessern erreicht werden kann.

[0010] Es wird erfindungsgemäß somit vorgeschlagen, für die Ausdüsung des flüssigen Kraftstoffs in die Brennkammer einen nicht-kreisförmigen Austrittsquerschnitt vorzusehen. Für einen Gasturbinenbrenner kann das sowohl die Anwendung auf einen Austrittsspalt als auch auf eine diskrete Eindüsung des Kraftstoffs mit Einzel- oder Mehrfachstrahlen bedeuten.

[0011] Im Falle des ringförmigen Kraftstoffeintrags auf einen Filmleger, wie beispielsweise bei einer sogenannten Luftstromzerstäuberdüse, besitzt der Kraftstoffmassenstrom im Vergleich zum Luftmassenstrom einen sehr geringen Geschwindigkeitsimpuls. Die Zerstäubung des sich ausbildenden Kraftstofffilms wird daher durch die turbulenten Scherkräfte der Gasströmung bewirkt. Eine nicht-kreisförmige Gestaltung des Filmlegers kann den Aufbruch und Zerfall des Kraftstofffilms noch intensivieren, da der Film durch gewinkelte Struktur eine grössere Oberfläche aufweist. Dies kann bei geeigneter Geometrie des Filmlegers zu einem intensivierten Aufbruch des Flüssigkeitsfilms und die nachgelagerten Zerfallsprozesse zu kleineren Tropfen führen.

[0012] Als Vorteil der vorgeschlagenen Konturierung der Kraftstoffeindüsung ergibt sich eine verbesserte Kraftstoffaufbereitung mit im Mittel verringerten Tropfendurchmessern. Über eine homogenere Kraftstoffverteilung und damit verbunden eine verringerte Kraftstoffverdampfungszeit wird eine signifikante Senkung der NO_x-Emissionen ermöglicht.

[0013] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Gesamtansicht einer erfindungsgemäßen Gasturbinenbrennkammer,

Fig. 2 bis 6 schematische Darstellungen mehrerer Ausführungsformen von Austrittsgeometrien,

- Fig. 7 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Kraftstoffeinspritzöffnung,
- Fig. 8 eine schematische Stirnansicht einer Kraftstoffdüse, und
- Fig. 9 und 10 Ausführungsbeispiele für die Anordnung erfindungsgemäßer Kraftstoffeinspritzöffnungen.
- Fig. 11 eine schematische Darstellung der erwarteten Strahlzerfallsprozesse für eine kreisförmige und eine nicht-kreisförmige Austrittsgeometrie eines flüssigen Kraftstoffsstrahls

[0014] Die Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Fluggasturbinenbrennkammer. Mit dem Pfeil 1 ist die Zuströmung von Kraftstoff dargestellt, während der Pfeil 2 die Zuströmung von Luft zeigt. Aus der Kraftstoffdüse, deren Lage allgemein mit dem Kreis A angegeben ist, strömt Kraftstoff-Luft-Gemisch 3, welches nach der Verbrennung in einer Brennkammer 5 als Verbrennungsgas 4 austritt.

[0015] Die Fig. 2 bis 5 zeigen unterschiedliche Ausgestaltungsformen, in schematischer Darstellung, einer Austrittsfläche eines Filmlegers für eine Gasturbinenbrennkammer. Dabei zeigen die Figuren die Blickrichtung stromauf in Richtung des Brenners. In den schematischen Darstellungen sind unterschiedliche polygonale Ausführungsformen nicht-kreisförmiger Austrittsgeometrien dargestellt. Die Fig. 2 zeigt eine dreieckige Austrittsgeometrie, die Fig. 3 eine viereckige Austrittsgeometrie, die Fig. 4 eine achteckige Austrittsgeometrie und die Fig. 5 eine sechzehneckige Austrittsgeometrie. Abweichend von runden Ausgestaltungen, die aus dem Stand der Technik bekannt sind, ist die Austrittsfläche somit geändert in Richtung einer N-Punkt-Austrittsgeometrie. N ist hierbei eine Zahl zwischen $N = 3$ und $N = 100$. Die Fig. 6 zeigt eine weitere Abwandlung der möglichen Geometrieform mit wellenartigen Konturen. Die Fig. 7 zeigt eine Ausführungsform einer N-Punkt-Symmetrie für Multi-Punkt-Austrittsgeometrien für Kraftstoffeinspritzsysteme, beispielsweise in Fluggasturbinenbrennkammern. Dargestellt ist dabei eine diskrete Austrittsöffnung.

[0016] Die Fig. 8 zeigt in schematischer stirnseitiger Ansicht (zur Erläuterung der Darstellung der Fig. 9 und 10) die ringförmige Anordnung von diskreten Einzeldüsungsöffnungen für einen Gasturbinenbrenner. Der Kraftstoff wird dabei über diskrete Einzelbohrungen eingedüst. Die Anordnung der einzelnen Kraftstoffeinspritzöffnungen kann dabei in einer Einzelreihe (Fig. 9) oder mehrreihig (Fig. 10) angeordnet sein.

[0017] In Fig. 11 sind schematisch die erwarteten Strahlzerfallsprozess für eine kreisförmige und eine nicht-kreisförmige Austrittsgeometrie eines flüssigen Kraftstoffsstrahls dargestellt. Es wird erwartet, dass die Zerfallsprozesse für eine nicht-kreisförmige Austritts-

geometrie hinsichtlich Kernstrahl- und Oberflächenzerfall intensiviert sind, d.h. im Vergleich zu einer kreisförmigen Geometrie früher einsetzen, und zu kleineren Tropfen mit einer verbesserten Gemischbildung damit letztendlich zu einer niedrigen NOx-Bildung führen.

Bezugszeichenliste

[0018]

- 1 Kraftstoff
- 2 Luft
- 3 Kraftstoff-Luft-Gemisch
- 4 Verbrennungskraft
- 5 Brennkammer
- 6 Austrittsspalte
- 7 Detailbereich
- 8 Einzelöffnung

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzvorrichtung für Kraftstoffeinspritzungen, z.B. für eine Fluggasturbine, mit zumindest einer Kraftstoffeinspritzöffnung, durch welche kontinuierlich fließender Kraftstoff (1) ausströmbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftstoffeinspritzöffnung einen nicht-kreisförmigen Querschnitt aufweist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftstoffeinspritzöffnung einen polygonalen Querschnitt aufweist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der polygonale Querschnitt zwischen 3 und 300 Polygonecken umfasst.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftstoffeinspritzöffnung als Austrittsspalt (6) ausgebildet ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftstoffeinspritzöffnung als diskrete Einzelöffnung (8) ausgebildet ist.

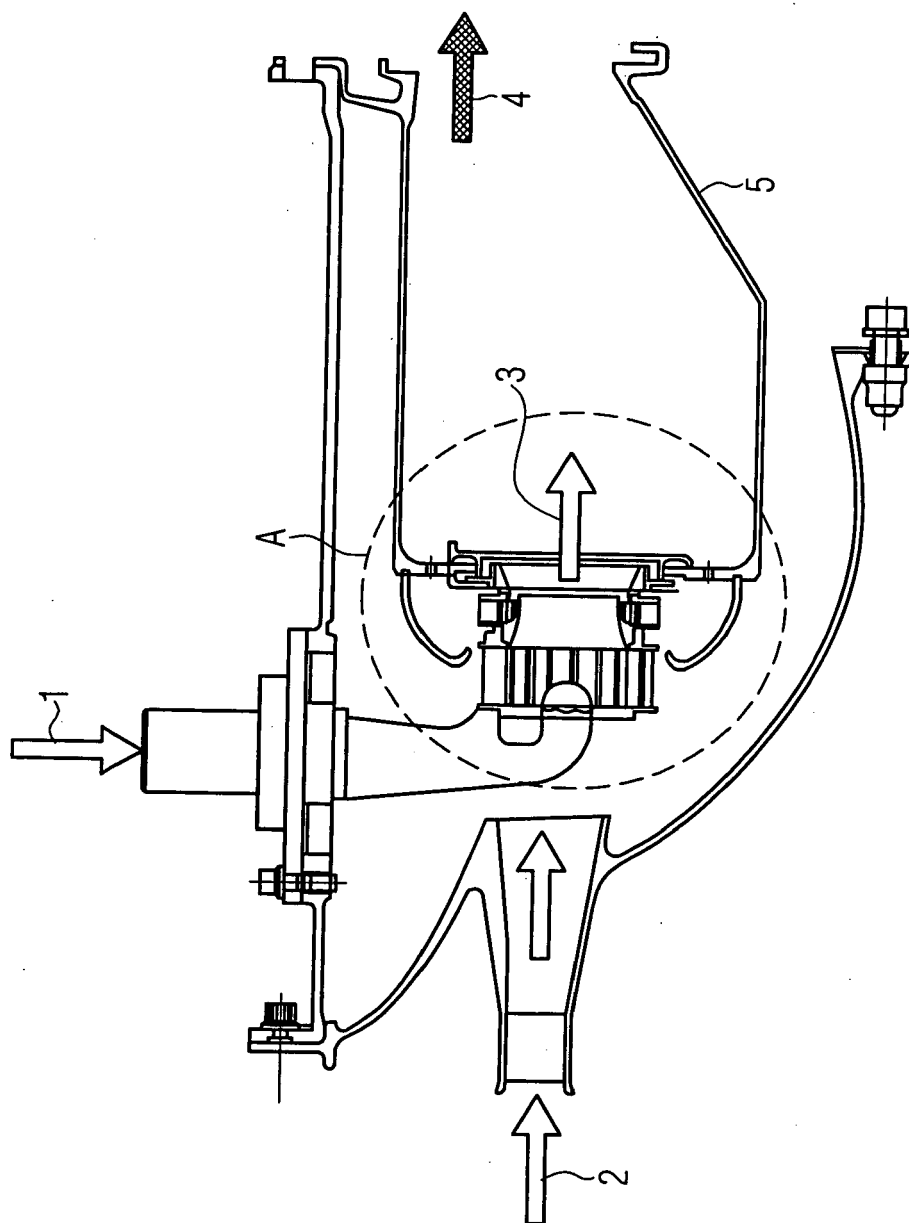


FIG. 1

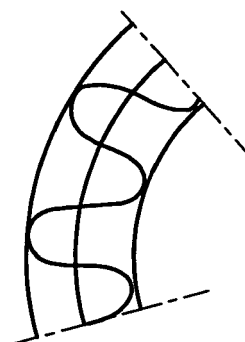
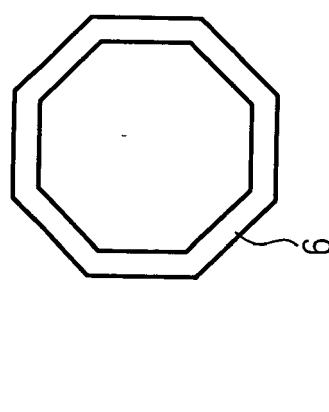
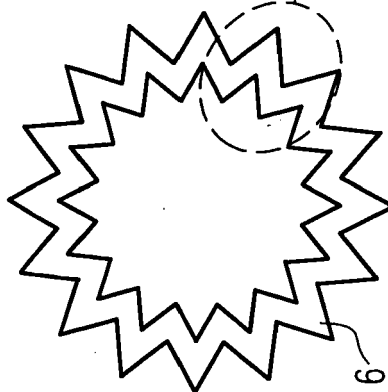
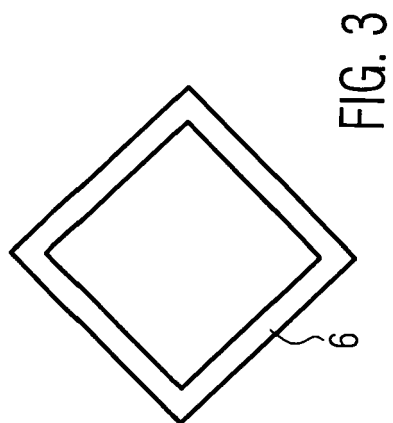
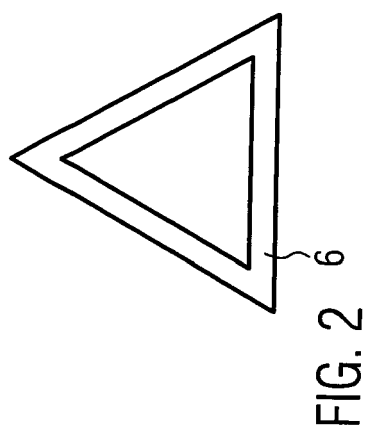


FIG. 4

FIG. 5

FIG. 6

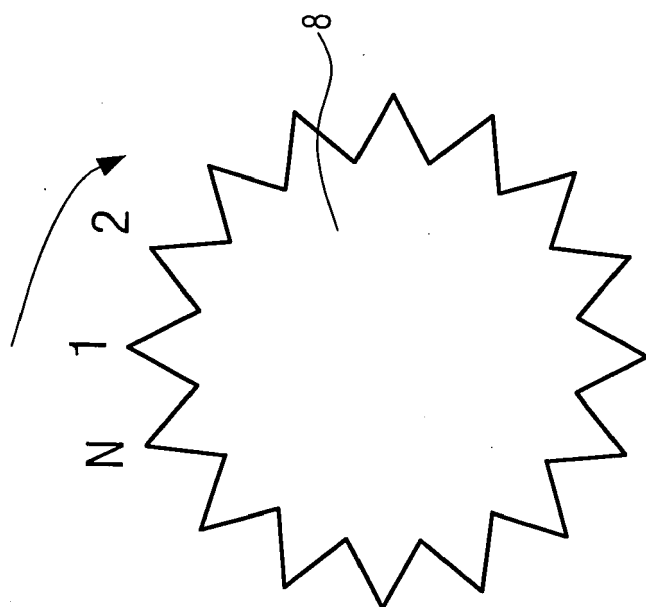


FIG. 7

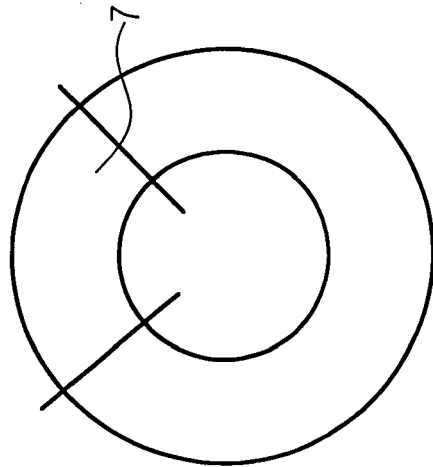


FIG. 8

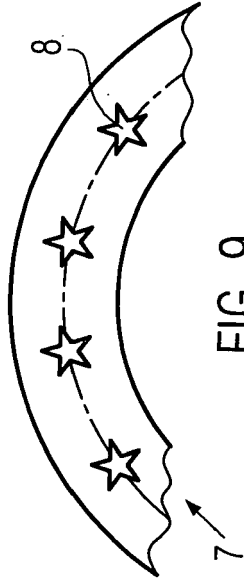


FIG. 9

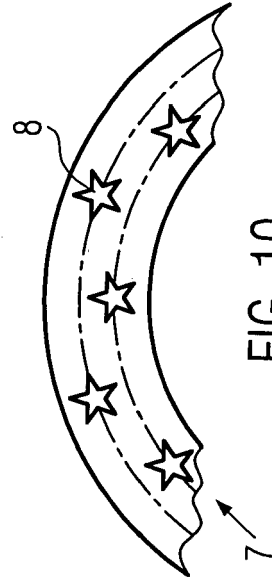


FIG. 10

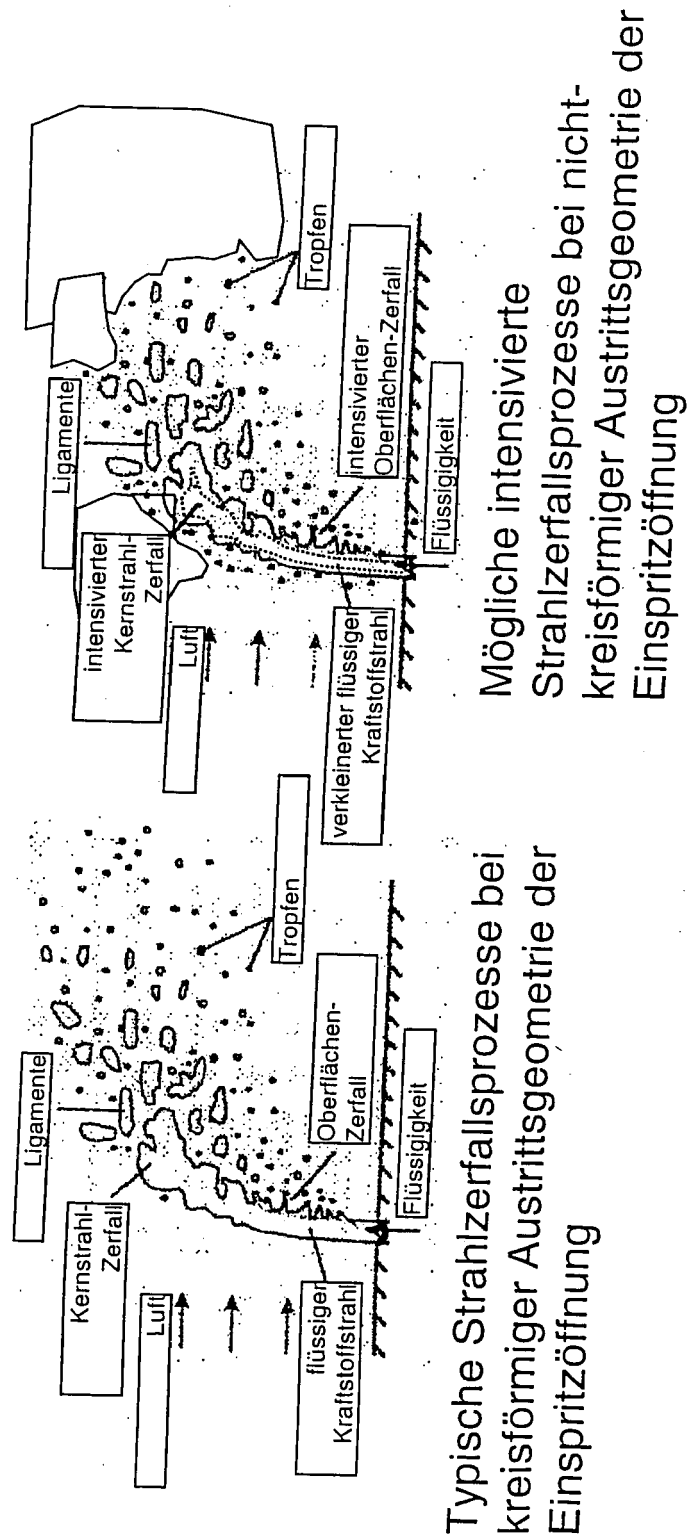


Fig.11

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10348604 A [0006]