

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 266 693 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

18.12.2002 Patentblatt 2002/51

(51) Int Cl.7: **B02C 19/18**

(21) Anmeldenummer: **02009524.6**

(22) Anmeldetag: **26.04.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
76133 Karlsruhe (DE)**

(72) Erfinder: **Frey, Wolfgang, Dr.
76137 Karlsruhe (DE)**

(30) Priorität: **01.06.2001 DE 10126646**

(54) **Massnahme zur Vermeidung von lokal zerstörerisch wirkenden elektrischen Felddichten an einer rotationssymmetrischen Elektrodenanordnung**

(57) Die hochspannungsbeaufschlagbare Elektrode in einer mit elektrischen Hochleistungspulsen betriebenen Fragmentieranlage ist zentrales Bauteil. Ihre geometrisch optimale Anpassung an die elektrischen Zustände ist für den zuverlässigen Langzeitbetrieb der Anlage von entscheidender Bedeutung. Die Gestaltung dieser Elektroden spitze ist derart, dass sich, für das

Prozessvolumen gesehen, die elektrische Entladung in höchster Wirksamkeit ausbilden kann, die Elektrodenform dort aber derart ist, dass an der Drei-Medien-Stoßzone, nackte Elektrode, Isolatorstirn, Prozessflüssigkeit, eine materialschonende elektrische Feldentlastung besteht.

EP 1 266 693 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Maßnahme oder Maßnahmen zur Vermeidung von lokal zerstörerisch wirkenden elektrischen Felddichten an einer rotations-symmetrischen Elektrodenanordnung.

[0002] Eine solche Elektrodenanordnung ist hier Bestandteil einer Fragmentieranlage. Sie besteht aus einer mit Hochspannung beaufschlagbaren, stabförmigen Elektrode, der Hochspannungselektrode und einer stets auf festem elektrischen Potential liegenden Gegenelektrode. Beide haben einen vorgegebenen Abstand zueinander. Die Stablängsachse der Hochspannungselektrode liegt auf der Rotationsachse. Die Gegenelektrode ist Bestandteil des Bodens eines Reaktionsgefäßes. Es ist mit Prozessflüssigkeit gefüllt und wird mit Prozessgut beschickt, das über impulsartige und leistungsstarke elektrische Entladung im Elektrodenzwischenraum auf einen geforderten Körnungsbe-reich fraktioniert wird. Die Hochspannungselektrode ist mit einem Isolator unter Freilassung eines blankliegenden Endbereichs vorgegebener Länge ummantelt. Dieser blanke Endbereich ist völlig in die Prozessflüssigkeit eingetaucht.

[0003] Die Elektrodenanordnung ist an einen elektrischen Energiespeicher, einen Marxgenerator z. B., angeschlossen, der bei Erreichen einer vorgegebenen Ladenspannung über eine Funkenstrecke in das Zweielektroden-system entladen wird. In die Prozessoder auch Reaktionsflüssigkeit, häufig Wasser aber auch andere geeignete Flüssigkeiten, wird Prozessgut in Form von Schuttstücken, irgendwelche fest zusammen gebackene konglomerierte Festkörper, gekippt.

[0004] Die Entladung wird über die Einstellung der elektrischen Parameter so gesteuert, daß sich stromstarke Entladungskanäle zwischen den beiden Elektroden ausbilden und dadurch dieselben durch elektrische Einwirkung sprengen und mechanisch über Schockwellen zertrümmern. Die Korngröße der Fragmente kann durch die Anzahl Entladungen in Grenzen gesteuert werden. Am tiefsten Bereich des Reaktionsgefäßes werden die fein zertrümmerten Teile entnommen (siehe hierzu DE 195 34 232).

[0005] Zentrales aber hoch belastetes Bauteil einer solchen Fragmentieranlage ist die in die Prozeßflüssigkeit im Reaktionsgefäß ragende Elektrode, insbesondere die Stelle, wo die drei Medien: blanke Elektrode, Isoliermantelende und Prozessflüssigkeit - das ist ein Ringbereich - gleichzeitig gegenseitig aufeinandertreffen.

[0006] Die Hochspannungselektrode ist ab dem Hochspannungsanschluß bis zum blankliegenden Spitzenbereich unter Berücksichtigung des impulsartigen Betriebs mit zähem Isolatormaterial unmittelbar ummantelt, um die blankliegende Elektrodenoberfläche, die direkten Kontakt mit der Prozessflüssigkeit hat, gezielt klein zu halten. Verlustströme, die vor dem Zünden des fragmentierwirksamen Entladungskanals zwischen Elektroden spitze und der Gegenelektrode im Boden

des Reaktionsgefäßes aufgrund der elektrolytischen Leitfähigkeit der Prozessflüssigkeit fließen, sollen unterbunden, zumindest aber auf ein tolerables Maß beschränkt werden. Damit wird keine oder zumindest aber weniger Energie in der Vorentladungsphase verbraucht. Damit steht pro Entladung mehr Energie in der fragmentierwirksamen Entladungsphase zur Verfügung.

[0007] Wesentlich für die Wirksamkeit der Fragmentieranlage ist, daß der elektrische Durchschlag durch das Fragmentiergut hindurch früher erfolgt als nur durch die Prozeßflüssigkeit, dem Wasser beispielsweise.

[0008] Im praktischen Betrieb hat sich gezeigt, dass die Standzeit des Isolators gemäß der Ausführung nach dem Stand der Technik durch Gleitentladungen entlang seiner Oberfläche zur Prozessflüssigkeit stark begrenzt ist.

[0009] Entladungskanäle starten, von der freien Elektrodenoberfläche ausgehend, an der Stoßstelle Prozeßflüssigkeit-Isolator-Elektrode und verlaufen bevorzugt entlang der Isolatoroberfläche insbesondere, wenn sich wenig Fragmentiergut im Reaktionsgefäß befindet, dabei wird der Isolator infolge der stromstarken Entladung zerstört.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Elektrode mit ihrem ummantelnden Isolator aus zähem Material in ihrer Geometrie im Grenzgebiet Isolator-Elektroden spitze-Prozeßflüssigkeit so zu gestalten, daß die tangential zur Isolatoroberfläche gerichtete Feldstärke an der Isolatorstirn am Übergang zur Elektrode möglichst gering ist.

[0011] Die Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 beiden aufgeführten kennzeichnenden Merkmale oder durch eines der beiden Merkmale alleine gelöst. Im einzelnen ist das:

die Hochspannungselektrode hat an ihrem blankliegenden Bereich, der völlig in die Prozessflüssigkeit eingetaucht ist, im Anschluss an den Isolator einen ringförmigen metallischen, zur Umgebung hin runden Wulst zur Entlastung vom elektrischen Feld in diesem Bereich. Der Isolator stößt mit seiner Stirn daran bzw. kommt mit ihr dort dem Wulst sehr nahe. Vom dem Wulst aus läuft die Elektrode in die ebenfalls blanke Elektroden spitze aus und steht der Gegenelektrode im Reaktionsgefäß im vorgegeben Abstand gegenüber.

[0012] Die andere oder weitere Maßnahme ist:

Ein kegelstumpfmantelförmiger dielektrischer Einsatz aus nicht sprödem Material befindet sich im Elektrodenzwischenraum. Er verdrängt durch seine Anwesenheit das elektrische Feld in sein Inneres. Der Einsatz liegt mit seiner kleineren Öffnung auf dem Boden des Reaktionsgefäßes rotations-symmetrisch zu der Rotationsachse. Grundsätzlich ist als ein solcher dielektrischer Einsatz ein aufsam-melndes rotationsförmiges Gebilde geeignet, des-

sen Achse auf der der Elektrodenanordnung liegt und im Bereich seiner Rotationsachse eine durchgehende Öffnung für den Durchfall der Fragmente hat, die eventuell trichterförmig ist, auf jeden Fall aber die Ausbildung von Entladungskanälen zur Gegenelektrode hin zulässt.

[0013] Er ist gemäß Anspruch 2 nicht durchlässig ist und hat damit für das gesamte drauffallende Prozessgut Sammelwirkung zur Mitte hin, oder er ist nach Anspruch 3 perforiert und hat entsprechend der Lochweite für das drauffallende Prozessgut Sieboder Separationswirkung, indem, gemessen an der Lochweite, großkörniges Prozessgut zur Mitte durch die kleine Kegelstumpfmantelöffnung und, daran gemessen, feinkörniges Prozessgut hindurchfällt und absinkt.

[0014] Die Schonung des problematische Drei-Medien-Gebiets, blanke Elektrode, Isolatorstirn und Prozessflüssigkeit, durch die geeignete Feldsteuerung entlastet dasselbe dadurch, dass es nahezu feldfrei bzw. feldschwach gehalten wird. Dadurch ist dort die Ausbildung eines Entladungskanals oder von Entladungskanälen entlang der Isolatoroberfläche sehr unwahrscheinlich. Zur Folge hat das eine beträchtliche Erhöhung der Lebensdauer der gesamten Hochspannungselektrode oder gleichbedeutend: ihre elektrischen Eigenschaften bleiben langfristig stabil.

[0015] Die in Anspruch 1 aufgeführten Maßnahmen werden in der Zeichnung mit den Figuren 1 bis 3 näher erläutert. Es zeigt:

Figur 1 das Äquipotentiallinienbild mit Feldentlastung,
Figur 2 das Äquipotentiallinienbild mit Feldentlastung und Feldverdrängung,
Figur 3 das Äquipotentiallinienbild ohne Feldentlastung und
Figur 4 die Fragmentieranlage im schematisierten Aufbau.

[0016] In Figur 1 ist das rotationssymmetrische Gebilde: Isolator-Elektrode ausschnittsweise dargestellt. Die Anordnung ist hier wegen der Art der Symmetrie nur hälftig zur Rotationsachse, dem linken Bildrand, dargestellt. Dort, wo Isolator, Elektrode und Prozessflüssigkeit, hier Wasser, alle drei sich gegenseitig treffen (Drei-Medien-Stoßstelle/Gebiet), besteht, feldtechnisch gesehen, die Feldentlastung. Die Elektrode hat dort, wo sie aus dem ummantelnden Isolator in die Prozessflüssigkeit tritt einen ringförmigen Wulst um den Umfang, der nach außen hin keine Kanten aufweist, also mit dem Radius gleich der halben Wulstdicke abgerundet ist. Die Rundung kann auch mit anderen Maßen durchgeführt sein, diese hier ist nur fertigungstechnisch sehr einfach.

[0017] Die Dichte der Äquipotentiallinien ist in diesem Drei-Medien-Stoßgebiet gering, folglich starten von dort aus sehr wahrscheinlich keine Entladungskanäle. Die

bilden sich höchstwahrscheinlich bzw. vorzugsweise in Gebieten hoher Äquipotentialliniendichte aus, also an dem zur Gegenelektrode weisenden Gebiet der Stirn des Wulstes oder eben der Elektroden spitze, wie die Anordnung der Linienschar zeigt. Die Entladungen werden im Stirnbereich der blanken Elektrode bevorzugt starten.

[0018] Das kegelstumpfmantelförmige, in Figur 2 angedeutete Gebilde ist hier ein Gitter aus dielektrischem, zähem Material wie PE bzw. Nylon oder dergleichen. Das schon hinreichend fragmentierte Gut kann im dortigen Bereich hindurch rieseln. Dieses Gitter zert je nach dielektrischer Eigenschaft gewissermaßen die Potentiallinien noch zusätzlich zu sich und setzt damit die Dichte derselben im Elektrodenbereich weiter herab. Die Voraussetzung, daß dort Entladungskanäle starten können, ist durch diese Maßnahmen auch ganz erheblich und damit wirksam abgebaut.

[0019] Die Wirksamkeit der Maßnahme zeigt sich durch den Vergleich der Gestaltung (Figur 3) nach dem Stand der Technik mit dem (Figur 1 und/oder 2) der Erfindung. Die Dichte der Äquipotentiallinien ist in der herkömmlichen Gestaltung in der Drei-Medien-Zone ungleich höher und damit die elektrische Belastung des Isolator in seiner Stirnzone ungleich größer.

[0020] In Figur 4 ist der Übersicht halber die Bedeutung der Elektrode und deren Belastung im Betrieb hervorgehoben. Die gesamte Fragmentieranlage ist schematisch mit ihren wesentlichen Baugruppen skizziert. An den elektrischen Energiespeicher, den Marx-Generator, ist die Fragmentiereinrichtung über die im einfachsten Fall im Selbstdurchbruch arbeitende Funkenstrecke am Ausgang angeschlossen. An die Funkenstrecke koppelt die ins Reaktionsgefäß ragende Elektrode unmittelbar an. Im Bereich des Reaktionsgefäßes ist die Elektrode mit dem Isolator ummantelt. Der Isolator ragt über den Pegel der Prozessflüssigkeit, hier Wasser, hinaus, so daß in diesem Gebiet im Betrieb sicher Isolation besteht, er läßt in der Prozessflüssigkeit den Endbereich der Elektrode frei, da nur von dort sich die Entladungskanäle in Reihe durch das Fragmentiergut und die Prozessflüssigkeit ausbilden sollen.

[0021] Die Gestaltung der Gegenelektrode ist prozeßabhängig und hier z.B. nur der Boden des Reaktionskübels, von dem aus es elektrisch unmittelbar zurück zum Marx-Generator geht.

Patentansprüche

1. Maßnahmen zur Vermeidung von lokal zerstörerisch wirkenden elektrischen Felddichten an einer rotationssymmetrischen Elektrodenanordnung aus einer mit Hochspannung beaufschlagbaren, stabförmigen Elektrode und einer auf festem elektrischen Potential liegenden Gegenelektrode, die einen vorgebbaren Abstand zueinander haben, wobei:

die Stablängsachse auf der Rotationsachse liegt,
 die Gegenelektrode Bestandteil des Bodens eines Reaktionsgefäßes ist, das mit Prozessflüssigkeit gefüllt ist, in dem Prozessgut eingebracht ist, das über impulsartige und leistungsstarke elektrische Entladungen zwischen den beiden Elektroden fraktioniert wird,
 die Hochspannungselektrode mit einem Isolator unter Freilassung eines blankliegenden Endbereichs vorgegebener Länge ummantelt ist und dieser blanke Endbereich völlig in die Prozessflüssigkeit eingetaucht ist,

gekennzeichnet dadurch,

dass die Hochspannungselektrode an ihrem blankliegenden, in die Prozessflüssigkeit eingetauchten Bereich, im Anschluss an den Isolator einen ringförmigen metallischen, zur Umgebung hin runden Wulst zur Abschwächung des dortigen elektrischen Feldes hat und dann vollends in die zu einer Gegenelektrode im Reaktionsgefäß exponierten Elektrodenspitze ausläuft, und/oder ein zur Elektrodenachse rotationsförmiger dielektrischer Einsatz mit zentralem Durchgang im Elektrodenzwischenraum zur Verdrängung des elektrischen Feldes auf dem Boden des Reaktionsgefäßes mit seiner Öffnung aufliegt.

2. Maßnahmen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der dielektrische Einsatz kegelmantelförmig und durch seine Wand hindurch für fragmentiertes Gut nicht durchlässig ist.

3. Maßnahmen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der dielektrische Einsatz kegelmantelförmig und seine Wand derartig perforierte ist, dass er für fragmentiertes Gut unter einer vorgegebenen Korngröße durchlässig ist.

Fig. 1

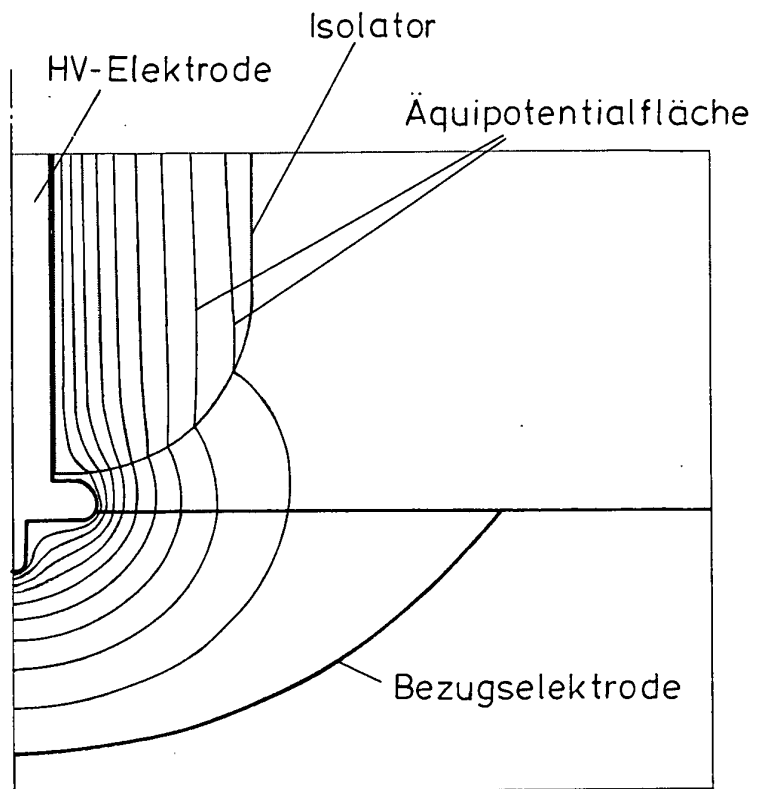


Fig. 2

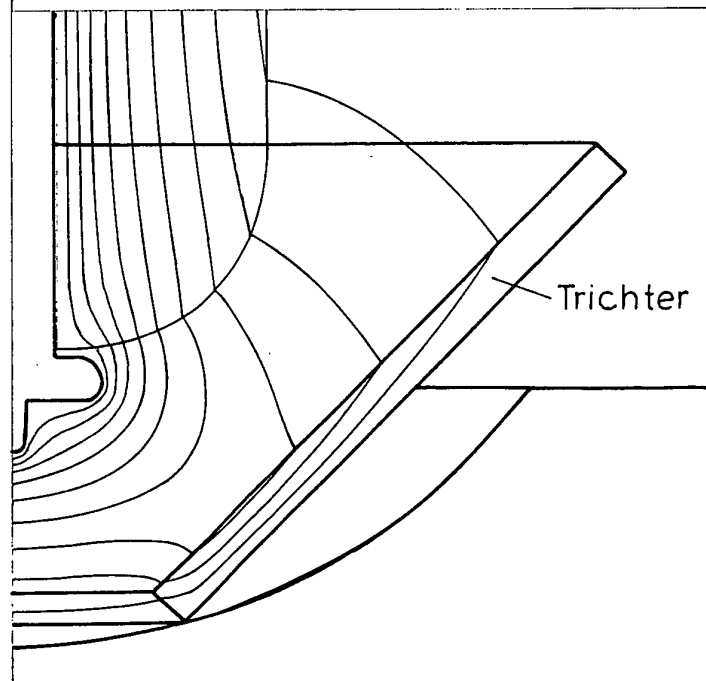


Fig. 3

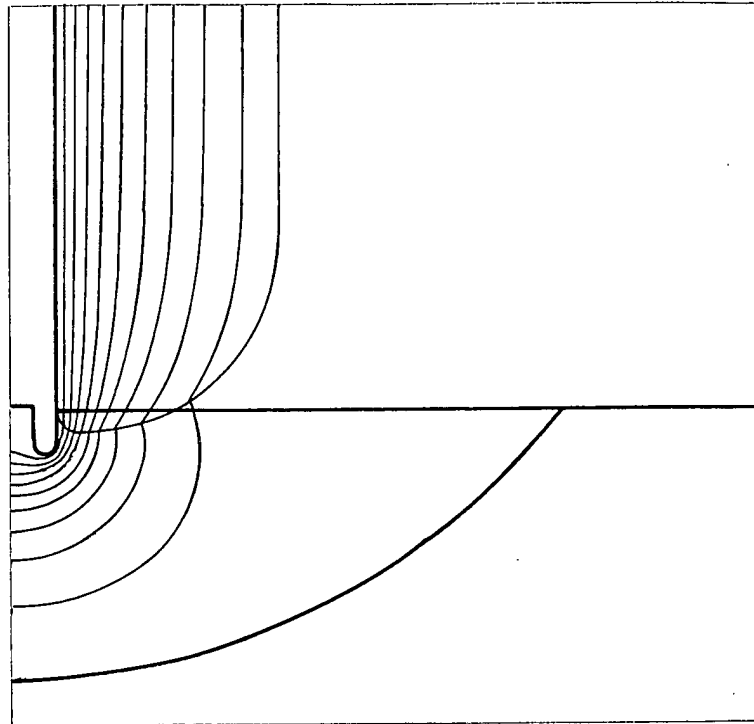


Fig. 4

