

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 392/2019
(22) Anmeldetag: 11.12.2019
(45) Veröffentlicht am: 15.10.2021

(51) Int. Cl.: **F03H 1/00** (2006.01)
H01J 27/26 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 4731562 A
US 5309064 A
WO 2014036130 A2
US 4328667 A

(73) Patentinhaber:
FOTEC Forschungs- und Technologietransfer
GmbH
2700 Wiener Neustadt (AT)

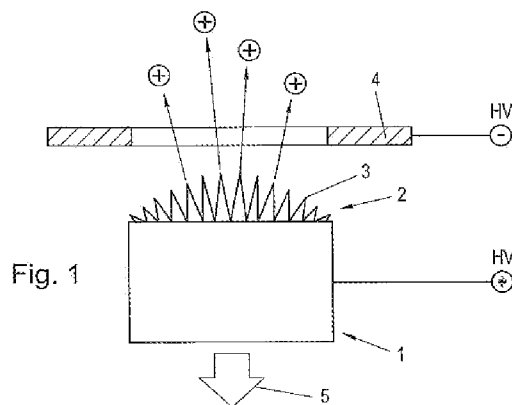
(72) Erfinder:
Buldrini Nembo
2486 Pottendorf (AT)
Engel Werner
1130 Wien (AT)

(74) Vertreter:
Patentanwalt Mikšovský KG
2100 Korneuburg (AT)

(54) Verfahren und System zur Erzeugung eines Ionen- oder Elektronenstrahls

(57) Bei einem Verfahren sowie einem System zur Erzeugung eines Ionen- oder Elektronenstrahls sind folgende Elemente vorgesehen:

- ein Träger (1) zur Aufnahme eines magnetischen pulverförmigen Materials in einer leitenden bzw. leitfähigen Flüssigkeit (2),
- eine Vorrichtung zum Bereitstellen und Anlegen eines Magnetfelds an das magnetische Material zur Erzeugung von Spitzen (3) in dem magnetischen Material,
- wenigstens eine Elektrode (4) in Abstand von dem magnetischen Material bzw. dem Träger, und
- eine Vorrichtung zum Anlegen eines elektrischen Felds zwischen dem magnetischen Material und der Flüssigkeit und der Elektrode (4) zur Erzeugung eines elektrischen Felds an den Spitzen (3) des magnetischen Materials und der Flüssigkeit zur Abgabe von Ionen oder Elektronen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren sowie auf ein System zur Erzeugung eines Ionen- oder Elektronenstrahls.

[0002] Ein derartiger Ionenstrahl kann beispielsweise als Antrieb für eine Raumsonde, einen Satelliten oder dgl. eingesetzt werden, während ein Elektronenstrahl beispielsweise in einem Elektronenmikroskop oder dgl. eingesetzt wird.

[0003] Übliche Verfahren und Systeme für ein Implementieren bzw. Einsetzen derartiger Quellen beinhalten eine Verwendung einer Struktur beispielsweise in der Form einer Kapillare, einer Nadel oder einem Array bzw. Feld derartiger Elemente. Der Prozess einer Herstellung derartiger Strukturen ist jedoch sehr kostspielig und kompliziert und erfordert mehrere Schritte, wie beispielsweise die Erzeugung bzw. Herstellung einer Form, einen Form- bzw. Gießprozess und einen Nadelätzprozess. Derartige Schritte sind üblicherweise schwierig insbesondere in dem Fall von zweidimensionalen Arrays bzw. Feldern zu implementieren, wobei ergänzend die erzeugten Strukturen teilweise zerbrechlich, statisch und derart nicht an unterschiedliche Gegebenheiten anpassbar sind. Ausführungsformen derartiger Ionen- bzw. Elektronenquellen sind beispielsweise der FR 2 912 836 A1, der US 3 122 882 A, der US 2010/0251690 A1 oder der AT-B 512 617 zu entnehmen.

[0004] Darüber hinaus ist aus der WO 2014/134386 A1 die Erzeugung eines Elektrosprays aus einem Ferrofluid bekannt, wobei in diesem Fall sogenannte Rosensweig-Instabilitäten für die Ausbildung von Spitzen in einer ferrofluidischen Flüssigkeit verantwortlich sind. Derart ausgebildete Spitzen in einer ferrofluidischen Flüssigkeit weisen eine abgerundete bzw. stumpfe Form von Erhebungen auf, wobei aus dieser Literaturstelle zusätzlich die Ausbildung von Taylor-Cones bzw. Taylor-Kegeln bekannt ist, welche durch Anlegen eines elektrischen Felds in dem Fluid erzeugt werden, so dass sich durch eine Anziehung an die Gegenelektrode eine schärfere Spitze ausbildet.

[0005] Die vorliegende Erfindung zielt darauf ab, ein Verfahren sowie ein System zur Erzeugung eines Ionen- oder Elektronenstrahls zur Verfügung zu stellen, wobei bei vereinfachtem Aufwand gegenüber bekannten Ausführungsformen unter Einsatz von nadelförmigen Emittlern oder Arrays ein Ionen- oder Elektronenstrahl zur Verfügung gestellt werden kann, wobei insbesondere auch eine einfache Anpassung der Konfiguration eines derartigen Elektronen- oder Ionenstrahls an unterschiedliche Gegebenheiten möglich wird.

[0006] Zur Lösung dieser Aufgaben umfasst ein Verfahren zur Erzeugung eines Ionen- oder Elektronenstrahls im Wesentlichen die folgenden Schritte:

[0007] - Bereitstellen eines magnetischen pulverförmigen Materials in einer leitenden bzw. leitfähigen Flüssigkeit in einem Träger,

[0008] - Anlegen eines Magnetfelds an das magnetische Material zur Erzeugung von Spitzen in dem magnetischen Material,

[0009] - Bereitstellen wenigstens einer Elektrode in Abstand von dem magnetischen Material bzw. dem Träger, und

[0010] - Anlegen eines elektrischen Felds zwischen dem magnetischen Material und der Flüssigkeit und der Elektrode zur Erzeugung eines elektrischen Felds an den Spitzen des magnetischen Materials und der Flüssigkeit zur Abgabe von Ionen oder Elektronen.

[0011] Durch ein Bereitstellen eines magnetischen pulverförmigen Materials in einer leitenden bzw. leitfähigen Flüssigkeit in einem Träger sowie ein Anlegen eines Magnetfelds sowie eines elektrischen Felds an das magnetische Material können Spitzen in dem magnetischen Material erzeugt werden, wobei die Konfigurationen derartiger Spitzen bzw. nadelartiger Konfigurationen des magnetischen Materials entsprechend dem angelegten Magnetfeld und elektrischen Feld an den Einsatz- bzw. Verwendungszweck angepasst werden können. Wie dies oben erläutert wurde, ist es für sich gesehen bekannt, dass magnetische Materialien in einer leitenden bzw. leitfähigen

Flüssigkeit durch ein Anlegen eines Magnetfelds und eines elektrischen Felds spitzen- bzw. nadelartige Strukturen erzeugen, wobei durch den erfindungsgemäß vorgesehenen Einsatz eines magnetischen pulverförmigen Materials in einer leitenden bzw. leitfähigen Flüssigkeit bei Anlegen eines Magnetfelds und eines elektrischen Felds sogenannten Taylor-Cones bzw. Taylor-Kegel erzeugt werden, welche scharfe Spitzen in einem derartigen magnetischen Material und der Flüssigkeit zur nachfolgenden Abgabe von Ionen oder Elektronen zur Verfügung stellen. In diesem Zusammenhang wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass zusätzlich wenigstens eine Elektrode in Abstand von dem magnetischen Material bzw. dem Träger bereitgestellt wird, so dass durch zusätzliches Anlegen eines elektrischen Felds zwischen dem magnetischen Material in der Flüssigkeit und der Elektrode zur Erzeugung eines elektrischen Felds an den Spitzen des magnetischen Materials und der Flüssigkeit entsprechend der Polarität des elektrischen Felds Ionen oder Elektronen abgegeben werden. Es soll hierbei nochmals darauf hingewiesen werden, dass die derart erhaltenen Spitzen nicht mit den sogenannten Rosensweig-Instabilitäten zu vergleichen sind, welche allgemein in ferrofluiden bzw. ferrofluidischen Fluiden gefunden werden, wie dies eingangs erörtert wurde. Derartige Rosensweig-Instabilitäten sind abgerundete bzw. stumpfe Erhebungen, während die Spitzen, welche durch eine Verwendung von magnetischem pulverförmigem Material erhalten werden können, schärfer bzw. spitzer sind, wobei dies in einem höheren elektrischen Feld an der Spitze und niedrigeren Spannungen resultiert, welche zu einer Erzeugung der Taylor-Cones erforderlich sind.

[0012] Durch Vorsehen eines entsprechenden Magnetfelds und elektrischen Felds wird es möglich, entsprechend den Anforderungen eine Vielzahl von Konfigurationen der Nadeln bzw. Spitzen, beispielsweise durch ein Variieren der Magnetfeldstärke und/oder elektrischen Feldstärke und/oder der Form bzw. Gestalt des Magnetfelds und durch eine Anpassung des magnetischen pulverförmigen Materials und der Flüssigkeit als auch der leitenden bzw. leitfähigen Flüssigkeit zur Verfügung zu stellen. Derart stellt das magnetische pulverförmige Material im Wesentlichen ein Gerüst dar, während die leitende bzw. leitfähige Flüssigkeit nicht magnetisch ist und denjenigen Bestandteil darstellt, welcher ionisiert und abgegeben bzw. ausgestoßen wird.

[0013] In diesem Zusammenhang wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform vorgeschlagen, dass das magnetische pulverförmige Material von ferromagnetischen Materialien, wie beispielsweise Eisen, Nickel oder Kobalt gebildet wird. Ein Einsatz derartiger ferromagnetischer Materialien ermöglicht die Erzielung bzw. Ausbildung der Spitzen bei Anlegen eines Magnetfelds und die Spitzen dienen für die Ausbildung eines hohen elektrischen Felds zur Erzielung entsprechend hoher Raten an Ionen oder Elektronen. Bei Verwendung von ferromagnetischen Materialien können beispielsweise Eisenpulver insbesondere aufgrund der geringeren Toxizität eines derartigen Materials verglichen mit Nickel und Kobalt bevorzugt sein.

[0014] Zur Erzielung entsprechend feiner nadel- bzw. spitzenförmiger Strukturen in dem in einer leitenden bzw. leitfähigen Flüssigkeit enthaltenen magnetischen pulverförmigen Material bei Anlegen eines Magnetfelds wird gemäß einer weiters bevorzugten Ausführungsform vorgeschlagen, dass das magnetische pulverförmige Material mittlere Teilchenabmessungen im Bereich von Nanometer bis Mikrometer, insbesondere etwa 5 nm bis etwa 150 µm aufweist.

[0015] Als leitende bzw. leitfähige Flüssigkeit bzw. flüssige Komponente, welche für eine Benetzung des magnetischen pulverförmigen Materials dient, welches darin dispergiert bzw. verteilt ist, wird gemäß einer weiters bevorzugten Ausführungsform vorgeschlagen, dass die leitende bzw. leitfähige Flüssigkeit von einem flüssigen Metall, einer ionischen Flüssigkeit, einer Flüssigkeit, welche zu einer Beeinflussung von elektrischen Feldern fähig ist, einer rekonfigurierbaren ferromagnetischen Flüssigkeit oder dgl. gebildet wird.

[0016] Allgemein kann als leitende bzw. leitfähige Flüssigkeit eine Substanz verwendet werden, welche für eine Emission von Ionen und/oder Elektronen geeignet ist.

[0017] Als ionische Flüssigkeiten können bevorzugt folgende Flüssigkeiten eingesetzt werden: 1-Ethyl-3-Methylimidazol-Tetrafluorborat, 1-(2-Hydroxyethyl)-3-Methylimidazol-Dicyanamid, 1-Butyl-1-Methylpyrrolidin Dicyanamid, 1-Butyl-3-Methylimidazol-Hexafluorphosphat, 1,2-Dimethyl-3-Propylimidazol-Tricyanmethid, 1-Ethyl-2-Methylpyrazol-Tetrafluorborat, Allylmethylimidazol-

Dicyanamid, und 1-Butyl-3-Methylimidazol-Dicyanamid.

[0018] Für einen besonders guten Einsatz des pulverförmigen magnetischen Materials wird darüber hinaus vorgeschlagen, dass das flüssige Metall von einer bei Umgebungstemperatur flüssigen Legierung, beispielsweise Gallium-Indium-Zinn gebildet wird, wie dies einer weiters bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens entspricht. Durch ein Betreiben bei Umgebungstemperaturen wird eine rasche Oxidation vermieden und es können auch Probleme, welche durch eine Verwendung von beispielsweise Salzsäure als ein Flussmittel bei hohen Temperaturen auftreten, vermieden werden.

[0019] Gemäß einer weiters bevorzugten Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass das Magnetfeld von einem Permanentmagnet oder einem Elektromagnet bereitgestellt wird. Derart wird es möglich, dass eine Ausbildung von ungefähr gleichmäßig verteilten scharfen Spitzen bzw. Nadeln erzielbar ist. Durch eine gewünschte Anordnung des Magnetfelds wird eine gewünschte Verteilung von derartigen scharfen Spitzen bzw. Nadeln erhalten.

[0020] Zur Erleichterung bzw. Unterstützung der Erzeugung und Verteilung der Spitzen wird gemäß einer weiters bevorzugten Ausführungsform vorgeschlagen, dass das Magnetfeld zeitlich und/oder örtlich geändert wird und/oder mechanische Schwingungen angelegt werden. Hierzu kann beispielsweise eine piezo-elektrische Betätigungseinrichtung verwendet werden.

[0021] Zur Erzielung der gewünschten scharfen Spitzen bzw. Nadeln wird darüber hinaus derart vorgegangen, dass die Stärke des Magnetfelds in einem Bereich von 50 μT bis 3,5 T, insbesondere von 2 mT bis 500 mT gewählt wird, wie dies einer weiters bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens entspricht.

[0022] Bei Anlegen einer entsprechenden Hochspannung an der Elektrode sowie dem pulverförmigen magnetischen Material und der Flüssigkeit werden entsprechend hohe elektrische Feldstärken an den Spitzen bzw. Nadeln erzeugt, wo die leitende bzw. leitfähige Flüssigkeit mit dem darin enthaltenen pulverförmigen magnetischen Material gut definierte konische Formen an den Spitzen bildet, welche, wie oben erwähnt, als Taylor-Cones bekannt sind. In diesem Zusammenhang wird gemäß einer weiters bevorzugten Ausführungsform vorgeschlagen, dass die angelegte Spannung zur Erzeugung des elektrischen Felds in einem Bereich von 250 V bis 1,5 MV, insbesondere von 1000 V bis 180 kV, bevorzugt 3000 V bis 25 kV gewählt wird. Die Auswahl der Spannungen hängt allgemein von der Geometrie des Systems und von den bevorzugten Arbeitspunkten ab und kann, wie oben angeführt, in einem breiten Bereich von Werten variieren, wobei allgemein eine Spannungsdifferenz zwischen dem Emitter (magnetischem Pulver + flüssigem leitfähigem Metall) und der Extrahiereinrichtung (negativen bzw. Gegenelektrode) von einigen wenigen Kilovolt, beispielsweise etwa 15 kV ausreichend ist, um eine Emission von Ionen zu starten.

[0023] Derart werden in Abhängigkeit von der Polarität des elektrischen Felds Ionen oder Elektronen von den Spitzen der Taylor-Cones emittiert.

[0024] Zur Lösung der eingangs genannten Aufgaben umfasst erfindungsgemäß ein System zur Erzeugung eines Ionen- oder Elektronenstrahls im Wesentlichen:

[0025] - einen Träger zur Aufnahme eines magnetischen pulverförmigen Materials in einer leitenden bzw. leitfähigen Flüssigkeit ,

[0026] - eine Vorrichtung zum Bereitstellen und Anlegen eines Magnetfelds an das magnetische Material zur Erzeugung von Spitzen in dem magnetischen Material,

[0027] - wenigstens eine Elektrode in Abstand von dem magnetischen Material bzw. dem Träger, und

[0028] - eine Vorrichtung zum Anlegen eines elektrischen Felds zwischen dem magnetischen Material und der Flüssigkeit und der Elektrode zur Erzeugung eines elektrischen Felds an den Spitzen des magnetischen Materials und der Flüssigkeit zur Abgabe von Ionen oder Elektronen.

[0029] Derart gelingt es in einfacher und zuverlässiger Weise durch ein Vorsehen eines magne-

tischen pulverförmigen Materials in einer leitenden bzw. leitfähigen Flüssigkeit sowie durch Anlegen eines Magnetfelds und eines elektrischen Felds an das magnetische Material und die Flüssigkeit entsprechend gut definierte Spitzen in dem magnetischen Material und der Flüssigkeit zur Verfügung zu stellen, so dass durch ergänzendes Vorsehen einer Elektrode unter Anlegen eines elektrischen Felds an den Spitzen des magnetischen Materials und der Flüssigkeit eine definierte Abgabe von Ionen oder Elektronen erzielbar ist.

[0030] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird hierbei vorgeschlagen, dass die Vorrichtung zur Bereitstellung eines Magnetfelds von einem Permanentmagnet oder einem Elektromagnet gebildet ist.

[0031] Zur Anpassung an gegebenenfalls unterschiedliche Gegebenheiten unter Bereitstellung von unterschiedlichen Konfigurationen der Anordnung der Spitzen bzw. Nadeln des magnetischen pulverförmigen Materials wird darüber hinaus vorgeschlagen, dass zusätzlich eine Vorrichtung zur Erzeugung einer mechanischen Beaufschlagung, insbesondere einer Vibration bzw. Schwingung auf das magnetische Material, und/oder eine Vorrichtung zur Änderung des Magnetfelds, beispielsweise eine piezoelektrische Betätigungsvorrichtung, vorgesehen ist (sind), wie dies einer weiters bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems entspricht.

[0032] Insbesondere in Abhängigkeit von der Polarität des anzulegenden elektrischen Felds zwischen der Elektrode und den Spitzen des magnetischen pulverförmigen Materials, welches in der leitenden bzw. leitfähigen Flüssigkeit verteilt bzw. aufgenommen ist, lassen sich das erfindungsgemäße Verfahren sowie das erfindungsgemäße System als Antrieb für eine Raumsonde, einen Satelliten oder dgl. bei einer Erzeugung von Ionen einsetzen.

[0033] Bei entsprechend umgekehrter Polarität des elektrischen Felds unter Abgabe von Elektronen lassen sich das erfindungsgemäße Verfahren sowie das erfindungsgemäße System beispielsweise in einem Elektronenmikroskop einsetzen.

[0034] Eine Emission von Elektronen kann auch beispielsweise dadurch verstärkt werden, indem die Spitzen einer elektromagnetischen Strahlung, beispielsweise, jedoch nicht begrenzt auf UV-Licht, Wärme ausgesetzt werden.

[0035] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in der beiliegenden Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In dieser zeigen:

[0036] Fig. 1 eine schematische Ansicht einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Systems zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Erzeugung eines Ionenstrahls;

[0037] Fig. 2 in einer zu Fig. 1 ähnlichen Darstellung eine schematische Ansicht einer abgewandelten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Systems zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Erzeugung eines Elektronenstrahls;

[0038] Fig. 3a bis 3c detaillierte Ansichten eines Trägers des erfindungsgemäßen Systems mit einem magnetischen pulverförmigen Material in einer leitenden bzw. leitfähigen Flüssigkeit unter Ausbildung von Spitzen unter Einfluss eines Magnetfelds; und

[0039] Fig. 4a bis 4c weitere abgewandelte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Systems mit unterschiedlichen Vorrichtungen zur Erzeugung und/oder Beeinflussung des Magnetfelds.

[0040] In Fig. 1 ist schematisch mit 1 ein Träger bezeichnet, auf welchem ein magnetisches pulverförmiges Material in einer leitenden bzw. leitfähigen Flüssigkeit 2 angeordnet ist, wobei, wie dies nachfolgend erörtert werden wird, durch ein Anlegen eines Magnetfelds sowie eines elektrischen Felds das magnetische pulverförmige Material 2 eine Mehrzahl von Nadeln bzw. Spitzen 3 ausbildet, wie dies ebenfalls nachfolgend insbesondere unter Bezugnahme auf Fig. 3 im Detail erörtert werden wird.

[0041] Neben dem Träger 1 ist in Abstand von diesem sowie in Abstand von den Spitzen 3 eine Elektrode 4 vorgesehen.

[0042] Durch ein Anlegen einer Hochspannung HV positiver Polarität an den Träger 1 sowie ein Anlegen einer Hochspannung HV negativer Polarität an der Elektrode 4 werden von den Spitzen 3 der von dem magnetischen pulverförmigen Material und der leitenden Flüssigkeit gebildeten Mischung Ionen von der Flüssigkeit emittiert, so dass durch die Abgabe der jeweils mit + bezeichneten Ionen ein Schub entsprechend dem Pfeil 5 auf eine den Träger 1 sowie die Elektrode 4 enthaltende Vorrichtung ausgeübt wird.

[0043] Derart kann das in Fig. 1 dargestellte System beispielsweise als ein Ionenantrieb für eine Raumsonde, einen Satelliten oder dgl. eingesetzt werden.

[0044] In diesem Zusammenhang wird angemerkt, dass sich theoretisch die Elektrode 4 auch auf einem Erdpotential befinden kann oder sogar positiv sein kann, wobei eine notwendige Bedingung ist, dass die Differenz zwischen der Spannung, welche an das Ionen emittierende Material und die Elektrode angelegt wird, positiv sein muss.

[0045] Wenn die an das Ionen emittierende Material angelegte Spannung negativ wäre, würden die Ionen unmittelbar danach wiederum auf den Träger 1 auftreffen, so dass allgemein die an das Ionen emittierende Material angelegte Spannung positiv ist.

[0046] Für die Abgabe der Ionen stellt hierbei das magnetische pulverförmige Material ein Gerüst, insbesondere zur Ausbildung der Spitzen 3 dar, während die Flüssigkeit, welche nicht magnetisch ist, ionisiert wird und Ionen abgibt.

[0047] In der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform ist auf einem Träger 11 wiederum ein magnetisches pulverförmiges Material in einer leitenden bzw. leitfähigen Flüssigkeit 12 vorgesehen, wobei durch Anlegen eines Magnetfelds Nadeln bzw. Spitzen 13 gebildet werden. Weiters ist eine Elektrode 14 in Abstand von dem Träger 11 sowie dem darauf angeordneten pulverförmigen magnetischen Material in der leitenden Flüssigkeit vorgesehen.

[0048] Durch ein Anlegen einer Hochspannung HV mit gegenüber der Ausbildung gemäß Fig. 1 umgekehrter Polarität werden bei dem in Fig. 2 dargestellten System von den Spitzen 13 Elektronen ausgesandt bzw. abgegeben, welche jeweils mit - bezeichnet sind.

[0049] Eine derartige Anordnung, wie sie in Fig. 2 dargestellt ist, kann beispielsweise in einem Elektronenmikroskop Verwendung finden.

[0050] Eine Elektronenemission kann auch für eine Raumsonde oder einen Satelliten eingesetzt werden, wobei eine derartige Emission von Elektronen unter anderem für eine Ladungskompensation bzw. eine Steuerung bzw. Regelung der Ladung des Satelliten verwendet werden kann.

[0051] In Fig. 3 sind in den einzelnen Darstellungen gemäß den Fig. 3a bis 3c wesentliche Details zur Ausbildung der Spitzen 3 bzw. 13 in dem magnetischen pulverförmigen Material in einer leitenden bzw. leitfähigen Flüssigkeit 2 bzw. 12 dargestellt.

[0052] Aus Fig. 3a ist ersichtlich, dass der Träger 1 bzw. 11 beispielsweise unmittelbar von einem Magnet, z.B. einem Permanentmagnet oder einem Elektromagnet gebildet wird, wobei durch N und S Pole eines derartigen Magnets angedeutet sind. Bei einer derartigen Orientierung des Magnets werden durch den Magnet schematisch mit 6 angedeutete Feldlinien erzeugt.

[0053] Durch ein Anordnen von magnetischem pulverförmigem Material in einer leitenden bzw. leitfähigen Flüssigkeit, welche wie in Fig. 1 und 2 mit 2 bzw. 12 bezeichnet ist, auf dem Träger 1 bzw. 11, welcher einen Magnet enthält bzw. unmittelbar von diesem gebildet wird, bilden sich entlang der Magnetfeldlinien 6 die Spitzen 3 bzw. 13.

[0054] Eine Ausbildung sehr dünner bzw. feiner Nadeln bzw. Spitzen 3 bzw. 13 wird neben dem Vorsehen des Magnetfelds zusätzlich durch ein Anlegen einer Hochspannung HV unterstützt, so dass sich eine in einem vergrößerten Detail zu Fig. 3c dargestellte Ausbildung einer sehr feinen Spitze 3 bzw. 13 erzielen lässt, wobei der oberste Teil der Spitze üblicherweise als Taylor-Cone bzw. Taylor-Kegel bezeichnet wird.

[0055] Durch eine entsprechende Einstellung und/oder räumliche Ausbildung des Magnetfelds in dem Träger 1 bzw. 11 lässt sich eine Anpassung der Konfiguration sowie Anzahl der gebildeten Spitzen 3 bzw. 13 entsprechend den Erfordernissen erzielen.

[0056] In Fig. 4 sind schematisch unterschiedliche bzw. abgewandelte Ausführungsformen jeweils eines Trägers zur Aufnahme eines magnetischen pulverförmigen Materials in einer leitenden bzw. leitfähigen Flüssigkeit zur Ausbildung der wie in den vorangehenden Figuren wiederum mit 3 bezeichneten Spitzen der von dem magnetischen pulverförmigen Material und der leitenden Flüssigkeit gebildeten Mischung zur Emission von Ionen oder Elektronen dargestellt.

[0057] Bei der in Fig. 4a schematisch dargestellten Ausführungsform findet ein Permanentmagnet 21 als Träger Verwendung, welcher mit einer piezo-ähnlichen Betätigungseinrichtung 22 gekoppelt ist, wobei die Piezo-Betätigungseinrichtung 22 zur Änderung bzw. Beeinflussung des Magnetfelds, insbesondere zur Änderung der Konfiguration der Spitzen 3 eingesetzt werden kann.

[0058] Bei der in Fig. 4b dargestellten Ausführungsform wird für den Träger 23 ein Elektromagnet verwendet, wobei mit 24 ein Spulenkern aus einem ferromagnetischen Material angedeutet ist und mit 25 eine Spulenwicklung angedeutet ist.

[0059] Darüber hinaus ist bei der in Fig. 4c dargestellten Ausführungsform für einen Träger 26 eine Kombination aus einem Elektromagnet, dessen wesentliche Elemente wiederum mit 23 und 24 bezeichnet sind, sowie einem Piezo-Betätigungselement 22 gebildet.

[0060] Anstelle eines Piezo-Betätigungselements 22 kann zur Erzielung einer mechanischen Beaufschlagung ein Betätigungselement ähnlich einem Rüttler, welcher beispielsweise auf exzentrisch aufgehängten rotierenden Massen beruht, verwendet werden.

[0061] Als Frequenzen für eine derartige Beaufschlagung eines beispielsweise von einem Permanentmagnet 21 oder einem Elektromagnet 23 gebildeten Trägers können bei dem Piezo-Betätigungselement 2,5 MHz oder bei einem mechanischen Rüttler 50 Hz eingesetzt werden.

[0062] Als Materialien für das magnetische pulverförmige Material in einer leitenden bzw. leitfähigen Flüssigkeit, wie diese in den vorangehenden Figuren mit 2 bzw. 12 bezeichnet ist, können folgende Material-Kombinationen eingesetzt werden.

[0063] 1. Als das magnetische Metallpulver kann Kobalt in Kombination mit der ionischen Flüssigkeit 1-Ethyl-3-Methylimidazoltetrafluoroborat zum Einsatz kommen. Für das Magnetfeld, die elektrische Spannung sowie die Partikel- bzw. Teilchengröße können folgende Parameter gewählt werden:

[0064] 800 mT, 2.500 V, 900 nm

[0065] 2. Für die Kombination aus dem magnetischen pulverförmigen Material sowie der leitenden bzw. leitfähigen Flüssigkeit kann auch folgende Konfiguration zum Einsatz kommen:

[0066] Ein Pulver aus einer Legierung zwischen Eisen, Aluminium, Kupfer, Kobalt Titan und Nickel (ähnlich Alnico), dem flüssigen Metall Galinstan, bei Einsatz folgender Parameter für die magnetische Feldstärke, die elektrische Spannung und die P07384 Entwurf typische Teilchengröße:

[0067] 900 mT, 18.500 V, 10 μ m

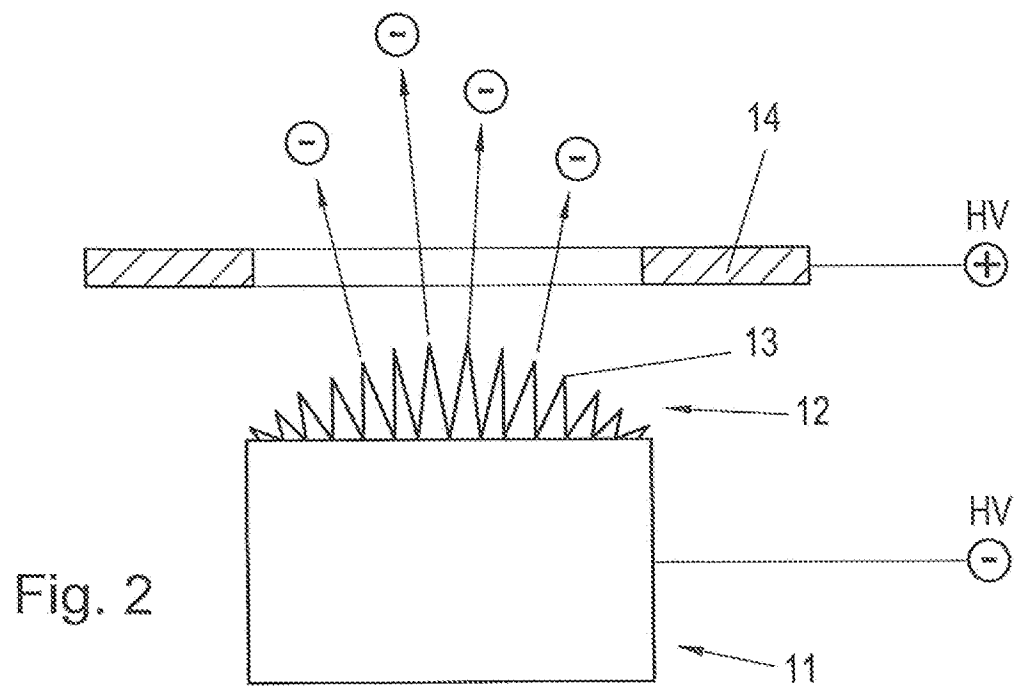
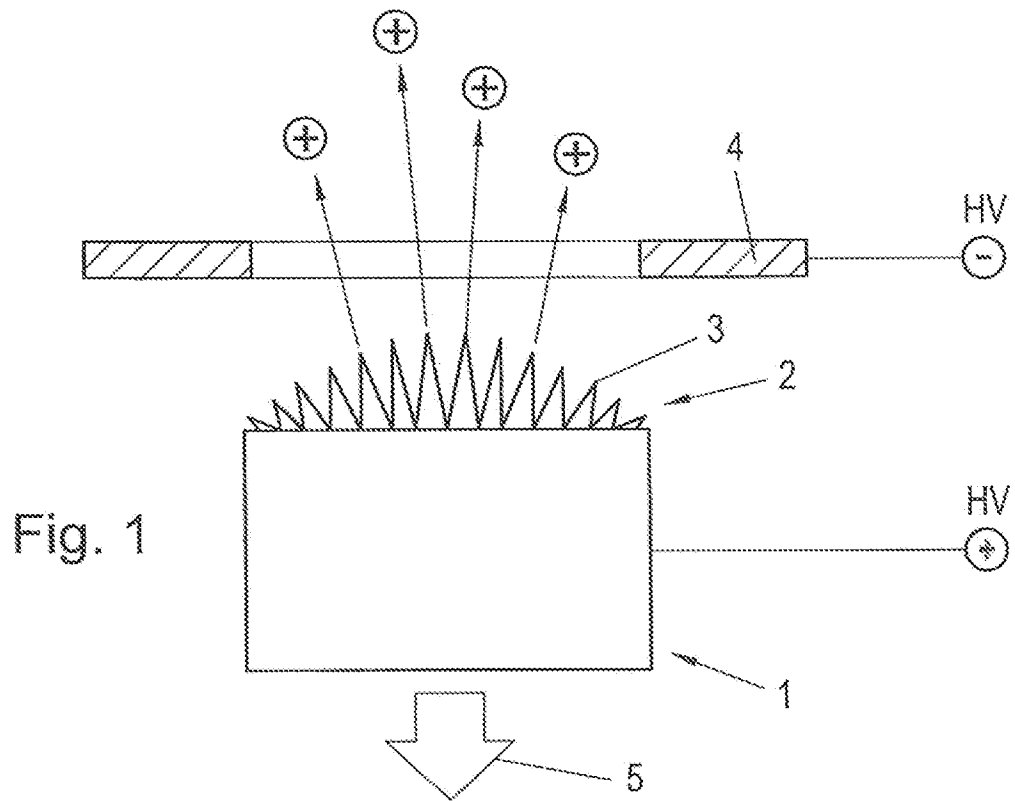
Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung eines Ionen- oder Elektronenstrahls, umfassend die folgenden Schritte:
 - Bereitstellen eines magnetischen pulverförmigen Materials in einer leitenden bzw. leitfähigen Flüssigkeit (2, 12) in einem Träger (1, 11),
 - Anlegen eines Magnetfelds an das magnetische Material zur Erzeugung von Spitzen (3, 13) in dem magnetischen Material,
 - Bereitstellen wenigstens einer Elektrode (4, 14) in Abstand von dem magnetischen Material bzw. dem Träger (1, 11, 21, 23), und
 - Anlegen eines elektrischen Felds zwischen dem magnetischen Material und der Flüssigkeit und der Elektrode (4, 14) zur Erzeugung eines elektrischen Felds an den Spitzen (3, 13) des magnetischen Materials und der Flüssigkeit zur Abgabe von Ionen (+) oder Elektronen (-).
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das magnetische pulverförmige Material von ferromagnetischen Materialien, wie beispielsweise Eisen, Nickel oder Kobalt gebildet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das magnetische pulverförmige Material mittlere Teilchenabmessungen im Bereich von Nanometer bis Mikrometer, insbesondere etwa 5 nm bis etwa 150 μ m aufweist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die leitende bzw. leitfähige Flüssigkeit (2, 12) von einem flüssigen Metall, einer ionischen Flüssigkeit, einer Flüssigkeit, welche zu einer Beeinflussung von elektrischen Feldern fähig ist, einer rekonfigurierbaren ferromagnetischen Flüssigkeit oder dgl. gebildet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das flüssige Metall von einer bei Umgebungstemperatur flüssigen Legierung, beispielsweise Gallium-Indium-Zinn gebildet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Magnetfeld von einem Permanentmagnet (21) oder einem Elektromagnet (23) bereitgestellt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Magnetfeld zeitlich und/oder örtlich geändert wird und/oder mechanische Schwingungen angelegt werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stärke des Magnetfelds in einem Bereich von 50 μ T bis 3,5 T, insbesondere von 2 mT bis 500 mT gewählt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die angelegte Spannung zur Erzeugung des elektrischen Felds in einem Bereich von 250 V bis 1,5 MV, insbesondere von 1000 V bis 180 kV, bevorzugt 3000 V bis 25 kV gewählt wird.
10. System zur Erzeugung eines Ionen- oder Elektronenstrahls, umfassend:
 - einen Träger (1, 11, 21, 23) zur Aufnahme eines magnetischen pulverförmigen Materials in einer leitenden bzw. leitfähigen Flüssigkeit (2, 12),
 - eine Vorrichtung zum Bereitstellen und Anlegen eines Magnetfelds an das magnetische Material zur Erzeugung von Spitzen (3, 13) in dem magnetischen Material,
 - wenigstens eine Elektrode (4, 14) in Abstand von dem magnetischen Material bzw. dem Träger (1, 11, 21, 23), und
 - eine Vorrichtung zum Anlegen eines elektrischen Felds zwischen dem magnetischen Material und der Flüssigkeit und der Elektrode (4, 14) zur Erzeugung eines elektrischen Felds an den Spitzen (3, 13) des magnetischen Materials und der Flüssigkeit zur Abgabe von Ionen (+) oder Elektronen (-).

11. System nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung zur Bereitstellung eines Magnetfelds von einem Permanentmagnet (21) oder einem Elektromagnet (23) gebildet ist.
12. System nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass zusätzlich eine Vorrichtung zur Erzeugung einer mechanischen Beaufschlagung, insbesondere einer Vibration bzw. Schwingung auf das magnetische Material, und/oder eine Vorrichtung zur Änderung des Magnetfelds, beispielsweise eine piezoelektrische Betätigungsvorrichtung (22), vorgesehen ist (sind).
13. Verwendung eines Verfahrens sowie eines Systems zur Erzeugung eines Ionen- oder Elektronenstrahls nach einem der vorangehenden Ansprüche als Antrieb für eine Raumsonde, einen Satelliten oder dgl.
14. Verwendung eines Verfahrens sowie eines Systems nach einem der Ansprüche 1 bis 12 in einem Elektronenmikroskop oder dgl.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

1/3



2/3

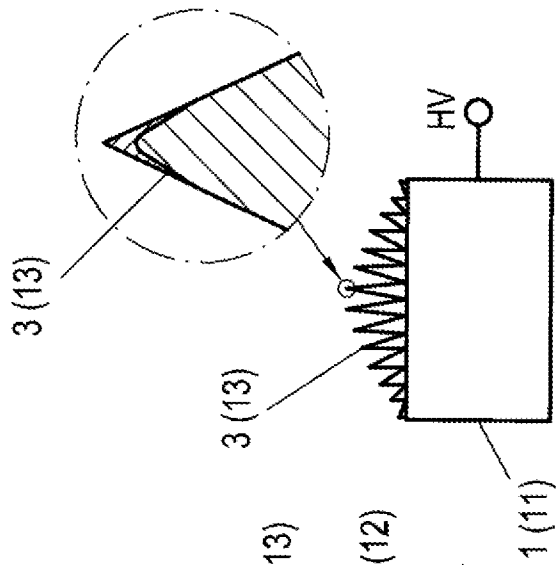


Fig. 3c

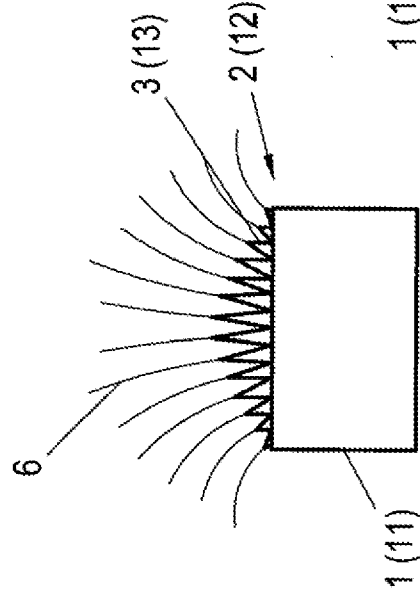


Fig. 3b

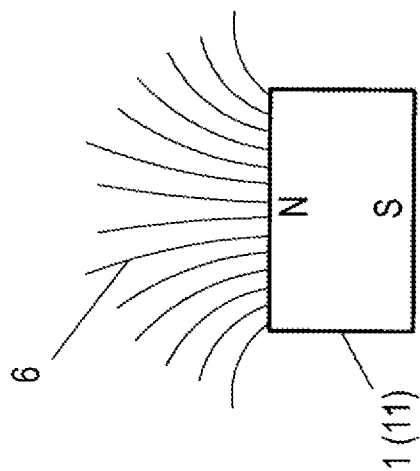


Fig. 3a

Fig. 3

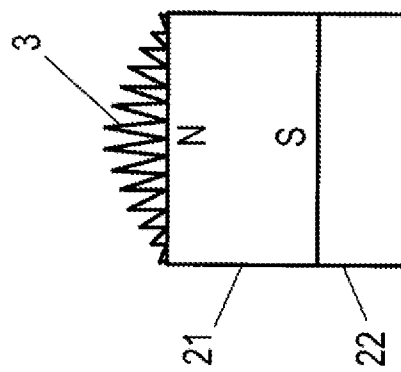


Fig. 4a

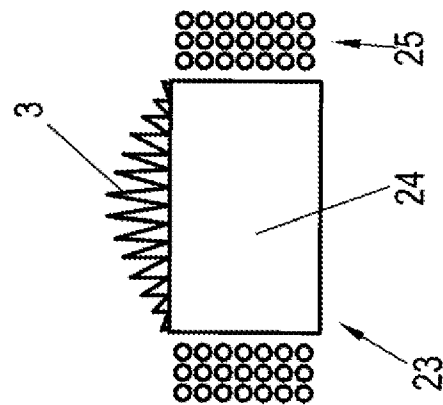


Fig. 4b

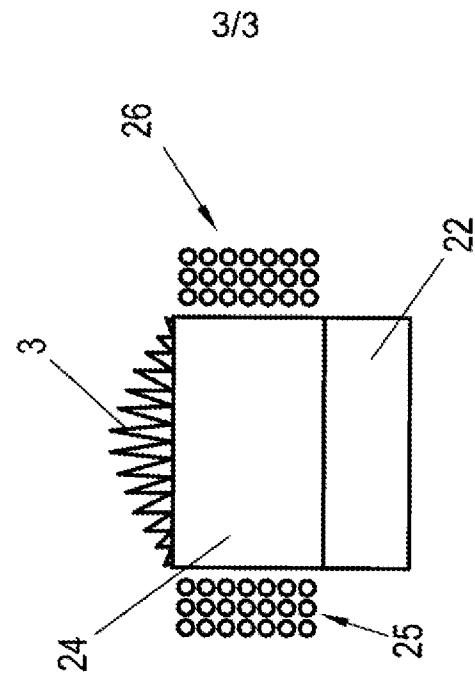


Fig. 4c

Fig. 4