

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
7. Januar 2016 (07.01.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/001054 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01B 3/56 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/064366

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. Juni 2015 (25.06.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 212 884.6 3. Juli 2014 (03.07.2014) DE
10 2014 220 985.4
16. Oktober 2014 (16.10.2014) DE

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
[DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: **ESSER-RANK, Karsten**; Huttengasse 11,
63628 Bad Soden-Salmünster (DE). **HAMMER, Thomas**;
Zeckerner Hauptstr. 5b, 91334 Hemhofen (DE). **ISE,**
Martin; Böhmloch 78, 91058 Erlangen (DE). **LINS,**
Günter; Dompfaffstr. 16, 91056 Erlangen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR USING 1,1,1,4,4,4-HEXAFLUORO-2-BUTENE AS AN ELECTRICALLY
INSULATING AND/OR ARC-EXTINGUISHING GASEOUS MEDIUM

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR VERWENDUNG VON 1,1,1,4,4,4-HEXAFLUOR-2-BUTEN
ALS GASFÖRMIGES, ELEKTRISCH ISOLIERENDES UND/ODER LICHTBOGEN-LÖSCHENDES MEDIUM

(57) Abstract: The invention relates to a device comprising at least one electric arrangement which has an electric voltage of 1 kV or
more in an operating state of the device and/or comprising at least one particle acceleration arrangement. The arrangement is at least
partly arranged in a housing which contains an electrically insulating and/or arc-extinguishing gaseous medium, said medium
consisting of 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-butene or containing 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-butene. The invention also relates to a method
for using 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-butene as an electrically insulating and/or arc-extinguishing gaseous medium.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung mit wenigstens einer in einem Betriebszustand der Vorrichtung
eine elektrische Spannung von 1 kV oder größer aufweisenden elektrischen Einrichtung und/oder mit wenigstens einer Einrichtung
zur Teilchenbeschleunigung, wobei die Einrichtung zumindest teilweise in einem Gehäuse angeordnet ist, das ein gasförmiges,
elektrisch isolierendes und/oder Lichtbogen-löschendes Medium enthält, wobei das Medium aus 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten
besteht oder 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten enthält. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Verwendung von 1,1,1,4,4,4-
Hexafluor-2-Buten als ein gasförmiges, elektrisch isolierendes und/oder Lichtbogen-löschendes Medium.



WO 2016/001054 A1

Beschreibung

Vorrichtung und Verfahren zur Verwendung von 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten als gasförmiges, elektrisch isolierendes und/oder Lichtbogen-löschendes Medium

Bei Vorrichtungen, die bspw. (einen/eine) Transformator(en), Stromleitung(en) (insb. Energieübertragungsleitung(en) für elektrische Energie mit Hilfe hoher Spannungen), Sammelschienen(n), Trennschalter, Leistungsschalter, Lasttrennschalter, Erdungsschalter, (Schalt)Schütz(e), Wellenleiter, etc. aufweisen, und bei denen große elektrische Spannungen (ab etwa 1 kV und größer) und/oder starke elektrische Felder auftreten können, wird typischerweise ein Gas oder Gasgemisch zur elektrischen Isolierung von deren elektrisch aktiven (d.h. unter elektrischer Spannung stehenden oder einem starken elektrischen Feld ausgesetzten) Teilen und gegebenenfalls zum Löschen von Schaltlichtbögen eingesetzt.

Hierzu sind die Vorrichtungen oder auch nur deren elektrisch aktive Teile in einem gasdichten Gehäuse angeordnet und befindet sich das Gas oder Gasgemisch im Zwischenraum zwischen der elektrischen Vorrichtung bzw. dem elektrisch aktiven Teil der Vorrichtung und der Wandung des Gehäuses.

Als isolierendes und/oder Lichtbogen-löschendes Gas bzw. Gasgemisch wird seit mehreren Jahrzehnten häufig SF_6 oder eine Mischung aus SF_6 und wenigstens einer weiteren gasförmigen Komponente verwendet.

SF_6 ist für die genannten Vorrichtungen und den genannten Anwendungszweck an sich sehr gut geeignet, da SF_6 sowohl sehr gute Isoliereigenschaften (es ist nur etwa 10 % des Raumbedarfs eines luftisolierten Systems erforderlich; Spannungsfestigkeit etwa 2,7-fach besser als Luft) als auch sehr gute Löscheigenschaften aufweist (beinahe vollständige Rekombination nach dem Auftreten eines Lichtbogens, keine leitfähigen Zersetzungsprodukte).

Darüber hinaus bieten SF₆-gekapselte Systeme ein sehr hohes Maß an Zuverlässigkeit, Personenschutz (SF₆ ist chemisch sehr stabil und nicht toxisch) und Lebensdauer (bis zu 30 Jahren) und erfordern nur einen sehr niedrigen Wartungsaufwand. Auch ist SF₆ nach dem derzeitigen Wissensstand unbedenklich für die Ozonschicht der Stratosphäre.

Diesen positiven Eigenschaften steht gegenüber, dass SF₆ ein vergleichsweise hohes Treibhauspotential („Global Warming Potential“, GWP) von 23900 (bezogen auf CO₂ betrachtet über einen Zeitraum von 100 Jahren) und eine geschätzte Lebensdauer von 3200 Jahren in der Atmosphäre aufweist. Aktuell beträgt die Konzentration von SF₆ in der Atmosphäre etwa 3 bis 4 ppt (1 ppt=1*10⁻¹² Volumen-Anteile) und hat SF₆ einen Anteil am gesamten Treibhauseffekt von < 1 Promille. Aufgrund seines hohen Treibhauspotentials ist SF₆ gemäß dem Kyōto-Protokoll von 1997 in die Liste der Gase aufgenommen worden, deren Eintritt in die Atmosphäre begrenzt werden soll.

Vor diesem Hintergrund wäre ein Ersatz für SF₆ wünschenswert, der mindestens ähnlich gute Eigenschaften in Bezug auf elektrische Isolierung und als Löschmittel, jedoch ein geringeres Treibhauspotential aufweist.

Bisher sind folgende Ansätze für elektrische Vorrichtungen ohne Verwendung von SF₆ in Erwägung gezogen worden:

- Luftisolierte Anlagen: Bei diesen ist jedoch ein größeres Bauvolumen erforderlich, weil die Spannungsfestigkeit von Luft – wie oben bereits erwähnt – im Vergleich zu SF₆ um den Faktor 2,7 geringer ist. Auch sind die Löscheigenschaften von Luft um einen Faktor von etwa 100 schlechter als von SF₆.
- Feststoffisolierte Anlagen: Feststoffisolierung kann bzgl. der Alterung kritisch sein, bspw. wenn durch Teilentladungseffekte die Isolierung beschädigt wird.

Aus der US 8,080,185 B2 ist ein Verfahren zum Verwenden einer gasförmigen dielektrischen Verbindung bekannt, wobei in eine elektrische Vorrichtung ein Gas, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Stickstoff, CO₂ und N₂O, und einer gasförmigen Verbindung eingebracht werden, wobei die gasförmige Verbindung derart ausgewählt ist, dass sie die folgenden Eigenschaften aufweist:

einen Siedepunkt im Bereich zwischen etwa -20 °C bis etwa -273 °C; ein GWP von weniger als 22200; chemische Stabilität gemessen als negative Standardbildungsenthalpie ($\Delta H_f < 0$); sofern das dielektrische Gas austritt eine Toxizität derart, dass die wirksame verdünnte Konzentration nicht die zulässige Arbeitsplatzkonzentration übersteigt; und eine Durchschlagsfestigkeit größer als Luft. In dem genannten Patent ist auch eine Reihe von Verbindungen aufgelistet, die die angegebenen Eigenschaften aufweisen.

Und die WO 2013/004798 A1 beschreibt die Verwendung einer Mischung eines Hydrofluorolefins mit drei Kohlenstoffatomen, bevorzugt C₃H₂F₄, das optional mit einem Verdünnungsgas gemischt sein kann, als Lichtbogen-löschendes und/oder elektrisch isolierendes gasförmiges Medium in einer Hochspannungsvorrichtung.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Ersatz für SF₆ als Isolier- bzw. Schaltgas vorzuschlagen, der besser geeignet ist als die bisher hierfür vorgeschlagenen Verbindungen, Elemente bzw. Mischungen davon.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die Vorrichtung gemäß Anspruch 1 sowie das Verfahren gemäß Anspruch 7. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Erfindungsgemäß wird eine Vorrichtung mit wenigstens einer in einem Betriebszustand der Vorrichtung eine elektrische Spannung von 1 kV oder größer aufweisenden elektrischen Einrichtung, und/oder mit wenigstens einer Einrichtung zur Teilchen-

beschleunigung vorgeschlagen, wobei die Einrichtung zumindest teilweise in einem Gehäuse angeordnet ist, das ein gasförmiges, elektrisch isolierendes und/oder Lichtbogen-löschendes Medium enthält.

5

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass das Medium aus 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten besteht oder 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten enthält.

10 Die vorliegende Erfindung beruht auf der Erkenntnis der Erfinder, dass aufgrund seiner chemischen Formel 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten ($\text{CF}_3\text{CH}=\text{CHCF}_3$) eine hohe dielektrische Festigkeit aufweist. Ohne sich auf eine Erklärung hierfür festlegen zu wollen, nehmen die Erfinder an, dass mit der Anzahl
15 an Fluor-Atomen in einem Kohlenwasserstoff auch dessen dielektrische Festigkeit zunimmt. Es ist zu erwarten, dass 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten eine relative dielektrische Festigkeit bezogen auf SF_6 von ≥ 1 aufweist.

20 Weiter beruht die vorliegende Erfindung auf der Erkenntnis der Erfinder, dass aufgrund der Größe des Moleküls, d.h. insbesondere der Anzahl an beteiligten Atomen, 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten auch gute Löscheigenschaften aufweist. Mit zunehmender Zahl an Atomen bzw. Gruppen die in einem Molekül
25 verbunden sind, steigt die Zahl der Molekül-Bruchstücke, die im Falle eines Lichtbogens gebildet werden. Dadurch wird zum einen der Druck in der Vorrichtung erhöht, zum anderen die Temperatur im Vergleich zu kleineren Molekülen reduziert. Weiterhin bedingt die zunehmende Zahl an Atomen bzw. Gruppen
30 in einem Molekül eine Zunahme der Anzahl der Freiheitsgrade und damit der spezifischen Wärmekapazität, so dass eine Temperaturerhöhung im Lichtbogen mehr Energie erfordert.

1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten bietet den weiteren Vorteil,
35 dass es - ähnlich wie SF_6 - sechs Fluoratome besitzt. Diese Fluoratome sind an den endständigen Methylgruppen gebunden und können dementsprechend einsetzende Gasentladungen, die eine Vorstufe zum dielektrischen Durchschlag bilden, durch

dissoziatives Attachment (d.h. Abspaltung unter Bildung negativer Fluor-Ionen, die jeweils ein freies Elektron binden) unterbinden.

5 Auch zeichnet sich 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten durch einen niedrigen GWP-Wert von 9,4 (bezogen auf CO₂ über einen Zeitraum von 100 Jahren), eine nur kurze geschätzte Lebensdauer von 24 Tagen in der Atmosphäre sowie eine geringe Giftigkeit aus.

10

Schließlich können aufgrund des Siedepunkts von etwa 33 °C bei Normaldruck (Quelle: US 2008/0269532 A1) auch bei niedrigen zu berücksichtigenden Temperaturen Partialdrücke von 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten eingestellt werden, die für die
15 dielektrische Festigkeit von Isoliergas bzw. Isoliergasgemischen einen wesentlichen Beitrag leisten.

Gemäß einer ersten vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist die Vorrichtung dadurch gekennzeichnet, dass das Medium
20 aus cis-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten, trans-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten oder einer Mischung aus cis- und trans-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten besteht, oder cis-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten, trans-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten oder eine Mischung aus cis- und trans-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-
25 Buten enthält.

Aufgrund ihrer ähnlichen physikalischen und chemischen Eigenschaften können in dem Medium ohne besondere Einschränkungen sowohl cis- als auch trans-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten sowie
30 Mischungen davon vorhanden sein, oder es kann eine dieser Verbindungen oder eine Mischung aus cis- und trans-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten das Medium ausbilden. Sind sowohl cis- als auch trans-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten vorhanden, können die Isomere eine azeotrope Mischung ergeben.

35

Verfahren zur Herstellung von cis-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten und trans-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten sind bekannt. So kann cis-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten [(Z)-1,1,1,4,4,4-

Hexafluor-2-Buten] bzw. ein Gemisch aus cis- und trans-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten hergestellt werden durch die selektive Hydrierung von Hexafluor-2-buten in einem Rohrreaktor aus Hastelloy unter Verwendung eines Lindlar-Katalysators und Wasserstoff (US 2008/0269532 A1). Und trans-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten [(E)-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten] kann bspw. hergestellt werden durch tropfenweise Zugabe von 1,2-Dichlor-1,1,4,4,4-Pentafluorobutan in eine Mischung aus destilliertem Tetramethylensulfon und getrocknetem Kaliumfluorid bei 190 °C (DE 43 05 163 A1).

Gemäß noch einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist in dem Medium 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten mit einem Partialdruck im Bereich von 30 mbar bis einschließlich 250 mbar enthalten.

Da erfindungsgemäße Vorrichtungen über einen weiten Temperaturbereich eingesetzt werden bzw. einem weiten Temperaturbereich ausgesetzt sein können, und da die isolierenden und/oder Lösch-Eigenschaften des Mediums in einem hohen Maße von dessen Zusammensetzung abhängen, ist es in vielen Fällen erforderlich, dass die Zusammensetzung des Mediums so gewählt ist, dass auch an der unteren Grenze des möglichen bzw. spezifizierten Temperaturbereichs keine Kondensation eines Inhaltsstoffs des Mediums eintritt, da mit einer solchen Kondensation unweigerlich eine Änderung der Zusammensetzung und/oder Konzentration des/der Inhaltsstoffs/Inhaltsstoffe des Mediums verbunden ist. Und eine solche Änderung der Zusammensetzung und/oder Konzentration des Mediums kann einen negativen Einfluss auf die isolierenden und/oder Lösch-Eigenschaften haben.

Gemäß der vorliegenden Erfindung kann bspw. für eine Anwendungstemperatur von minimal -30 °C 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten mit einem Partialdruck von (bis zu) etwa 50 mbar in dem Medium vorhanden sein, ohne dass eine Kondensation stattfindet. Und für eine Anwendungstemperatur von bspw. minimal -5 °C kann 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten mit einem Partial-

druck von etwa (bis zu) 200 mbar verwendet werden, ohne dass eine Kondensation stattfindet. Einen geeigneten Partialdruck/geeignete Partialdrücke der Komponente(n) eines Mediums für die erfindungsgemäße Vorrichtung kann ein Fachmann in Kenntnis des Siedepunkts einer Verbindung und der minimalen zu berücksichtigenden Temperatur auf einfache Weise bestimmen.

Gemäß noch einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung enthält das Medium neben 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten weiter ein(e) oder mehrere Verbindung(en) und/oder Element(e), die auswählbar sind aus

- fluoriertem/fluorierten Keton(en) mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen,

- Hydrofluorolefin(en) mit 2 bis 6 Kohlenstoffatomen, wobei das/die weitere(n) Hydrofluorolefin(e) kein 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten umfasst,

- Sauerstoff,

- Stickstoff,

- Stickstoffmonoxid,

- Stickstoffdioxid,

- Distickstoffmonoxid,

- Kohlendioxid,

- Kohlenmonoxid,

- Argon und/oder

- Neon.

Das/Die genannten Verbindung(en) und/oder Element(e) zeichnen sich dadurch aus, dass sie keine oder nur eine geringe schädigende Wirkung auf die Ozonschicht der Stratosphäre ausüben und im Vergleich zu SF₆ nur ein geringes Treibhauspotential aufweisen.

So sind bspw. Hydrofluorolefine aufgrund des Umstands, dass sie wenigstens ein an einen Kohlenstoff gebundenes Wasserstoffatom und wenigstens eine Kohlenstoff-Kohlenstoff-Doppelbindung aufweisen, chemisch weniger stabil als Perfluorolefine, Perfluoralkane und SF₆. Somit weisen Hydrofluorolefine

im Vergleich zu SF₆ eine deutlich geringere Lebensdauer in der Atmosphäre auf. Entsprechendes gilt für fluorierte Ketone aufgrund der bei ihnen vorhandenen wenigstens einen Carbonylgruppe.

5

Durch Mischung von 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten mit einem oder mehreren fluorierten Keton(en) und/oder Hydrofluorolefin(en) kann in vorteilhafter Weise die dielektrische Festigkeit des Mediums (Isoliergases, Fluids) erhöht werden. Hierbei trägt jede der fluorierten Gas-Komponenten zur Unterbindung einsetzender Gasentladungen durch dissoziatives Attachment bei. Ein weiterer Vorteil einer solchen Gasmischung liegt darin, dass jede der fluorhaltigen Gaskomponenten mit einem Partialdruck im Gasgemisch enthalten sein kann, der bis zu ihrem individuellen Sättigungsdampfdruck reicht, d.h. bei 0 °C könnten bspw. zusätzlich zu 270 mbar 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten noch fluorierte(s) Keton(e) und/oder Hydrofluorolefin(e) im Gasgemisch enthalten sein.

Unter einem „fluorierten Keton“ ist gemäß der vorliegenden Anmeldung eine Verbindung zu verstehen, die als funktionelle Gruppe wenigstens eine Carbonylgruppe ($>C=O$) enthält und deren Ketongruppe ($C-C(O)-C$) drei Kohlenstoffatome aufweist. An wenigstens ein Kohlenstoffatom eines „fluorierten Ketons“ ist wenigstens ein Fluoratom gebunden.

Weiter umfasst der Ausdruck "fluoriertes Keton", so wie er in dieser Anmeldung verwendet wird

- Perfluorketone und Hydrofluorketone,
- gesättigte und ungesättigte Verbindungen,
- Verbindungen mit linearer, verzweigter oder zyklischer Kohlenstoffkette, und/oder
- Verbindungen mit zwei oder mehr Carbonylgruppen.

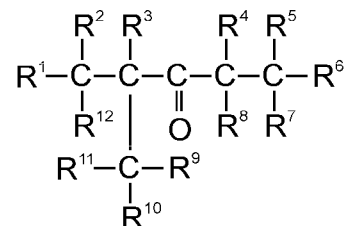
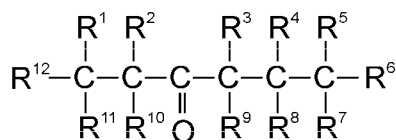
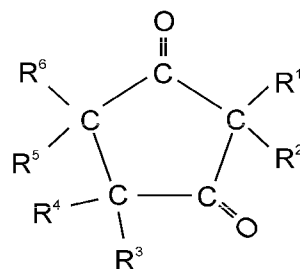
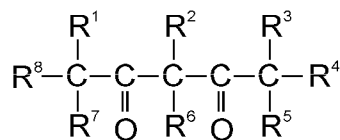
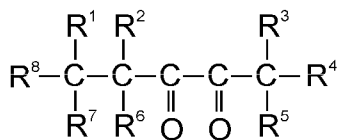
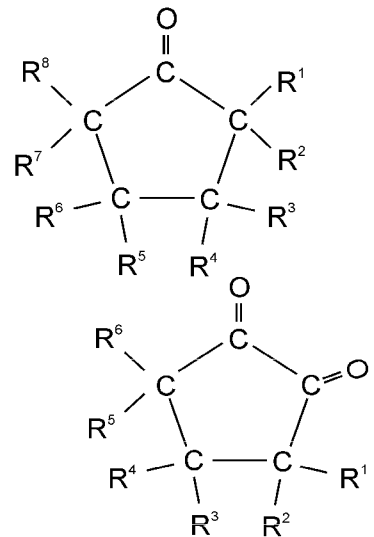
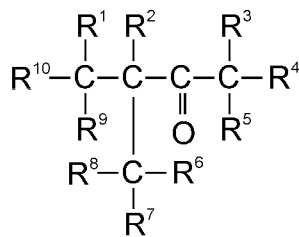
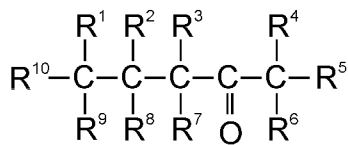
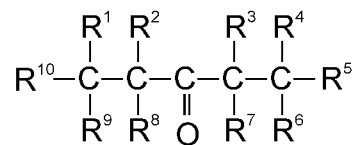
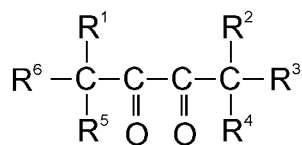
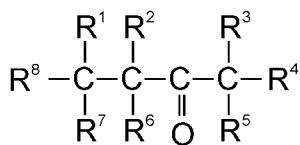
Die „fluorierten Ketone“, die gemäß der vorliegenden Erfindung Bestandteil des Mediums sein können, weisen somit 3, 4, 5 oder 6 Kohlenstoffatome auf. Mit Ausnahme des Carbonylkoh-

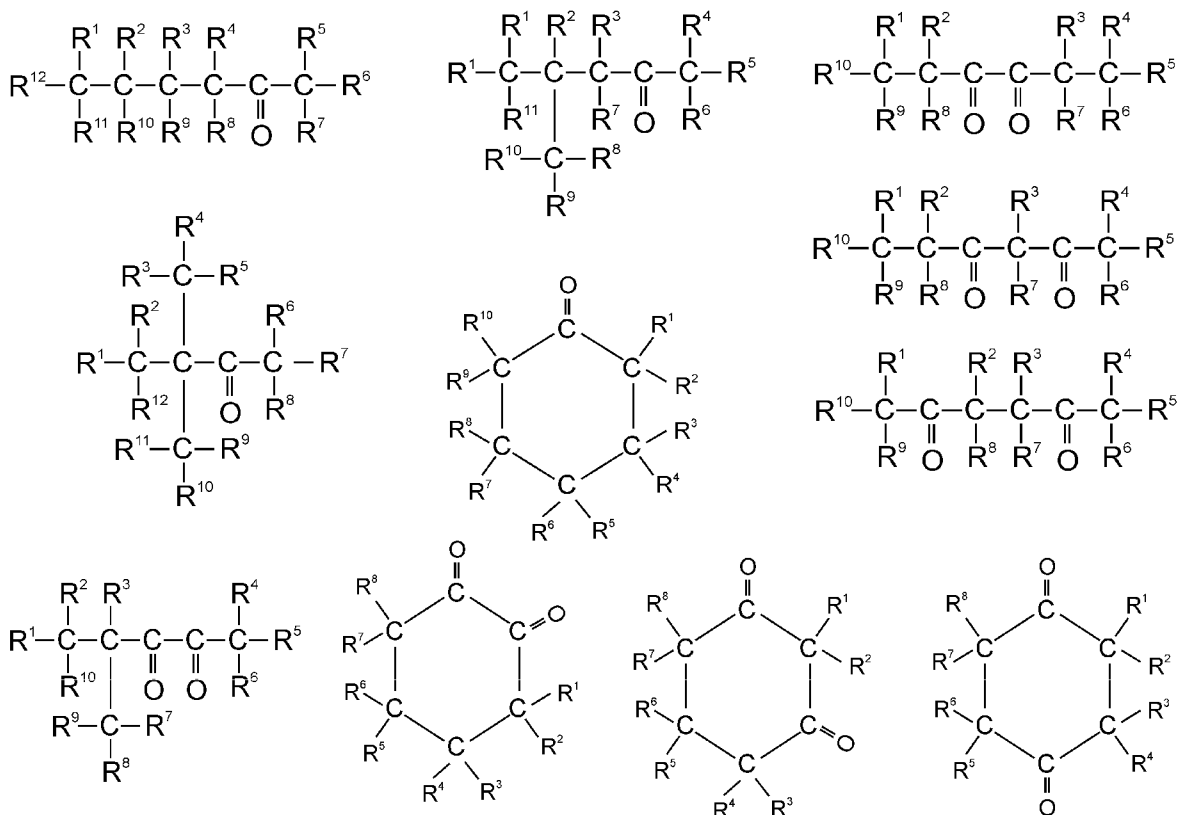
lenstoffs können bei jedem weiteren Kohlenstoff ein, zwei oder alle Bindungsstellen mit einem Fluoratom besetzt sein.

Als fluorierte Ketone mit 3 Kohlenstoffatomen seien erwähnt:

5 Fluoraceton, 1,3-Difluoraceton, 1,1,3-Trifluoraceton, 1,1,1-Trifluoraceton, 1,1,1,3-Tetrafluoraceton, 1,1,3,3-Tetrafluoraceton, 1,1,1,3,3-Pentafluoraceton, Hexafluoraceton.

10 Weitere Beispiele für bevorzugte fluorierte mono- und di-Ketone mit 4, 5 oder 6 Kohlenstoffatomen sind:





Die in den Strukturformeln für die Ketone angegebenen Reste R¹, R², R³, R⁴, R⁵, R⁶, R⁷, R⁸, R⁹, R¹⁰, R¹¹ und R¹² repräsentieren unabhängig voneinander jeweils ein Wasserstoffatom oder ein Fluoratom. Die Nummerierung der Reste R in den verschiedenen Strukturformeln dient nur der Veranschaulichung und ist nicht systematisch. Dies bedeutet, dass ein Rest mit einer bestimmten Nummerierung in einer Strukturformel ein Wasserstoffatom sein kann und ein Rest mit der gleichen Nummerierung in einer anderen Strukturformel ein Fluoratom und vice versa.

Insbesondere bei Fluorketonen mit 3 oder 4 Kohlenstoffatomen ist aufgrund der bei diesen Verbindungen oftmals gegebenen Toxizität auf entsprechende Sicherheit in Bezug auf Personenschutz (maximale Arbeitsplatzkonzentration, Sicherheitsmaßnahmen bei einem Austritt in die Umgebung, etc.) zu achten.

Ein Hydrofluorolefin gemäß der vorliegenden Anmeldung ist eine organische Verbindung mit wenigstens einer Kohlenstoff-Kohlenstoff-Doppelbindung. Bei wenigstens einem Kohlenstoffatom ist an wenigstens eine Bindungsstelle ein Wasserstoff-

atom gebunden, und bei wenigstens einem Kohlenstoffatom ist an wenigstens eine Bindungsstelle ein Fluoratom gebunden.

Des Weiteren können die Hydrofluorolefine gemäß der vorliegenden Anmeldung

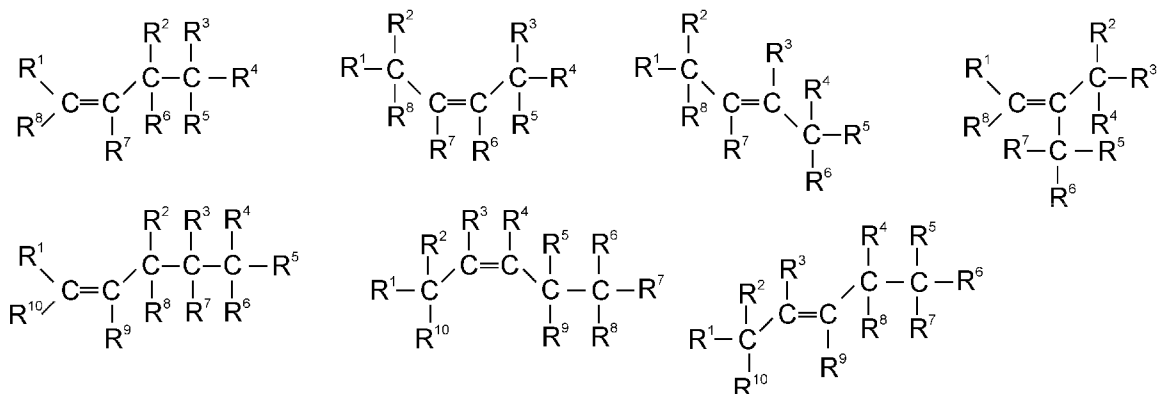
- mehrere Doppelbindungen, und/oder
- eine lineare, verzweigte und zyklische Kohlenstoffkette, aufweisen.

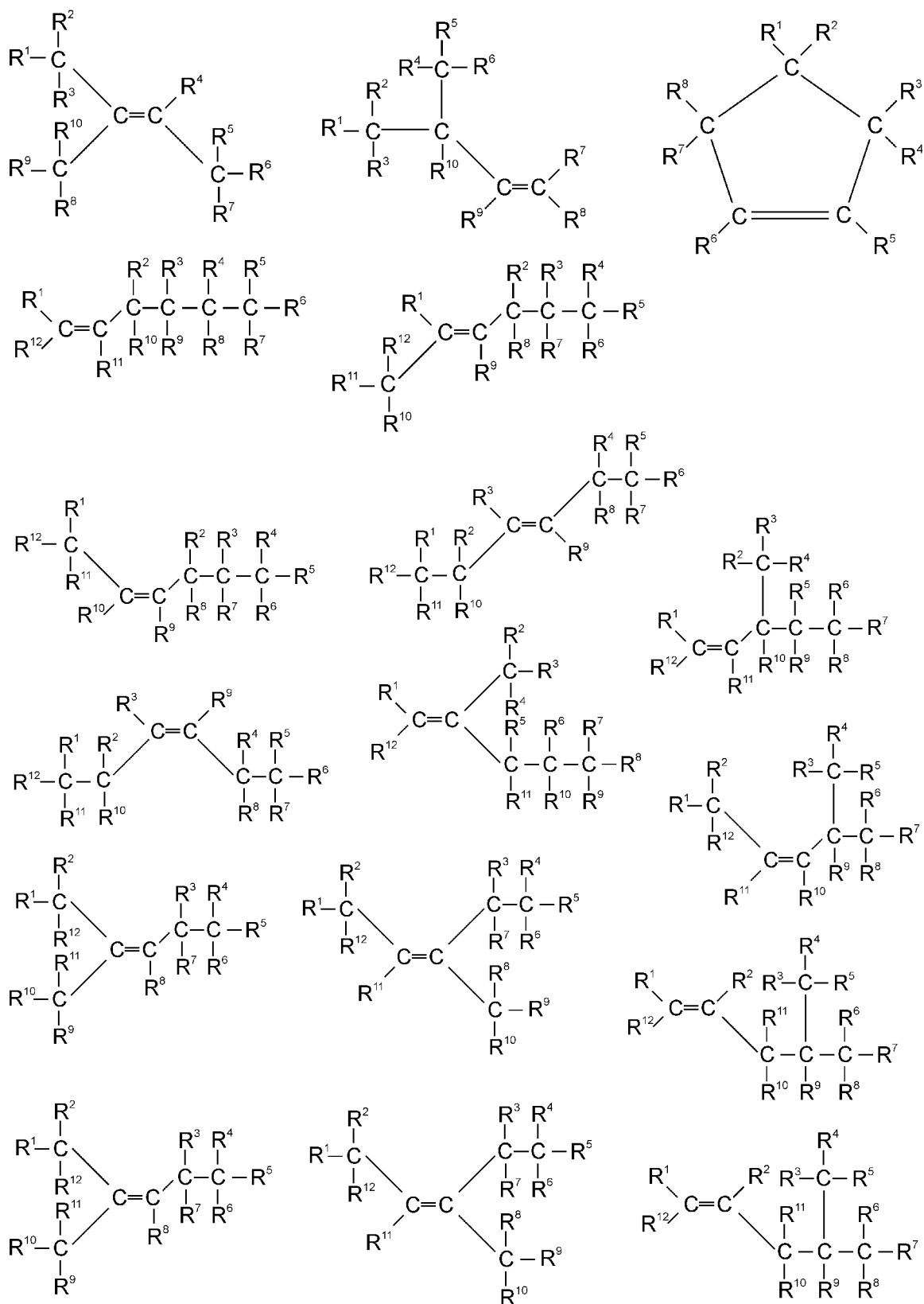
Beispiele für ein Hydrofluorolefin mit 2 Kohlenstoffatomen sind 1-Fluorethen, 1,2-Difluorethen und Trifluorethen.

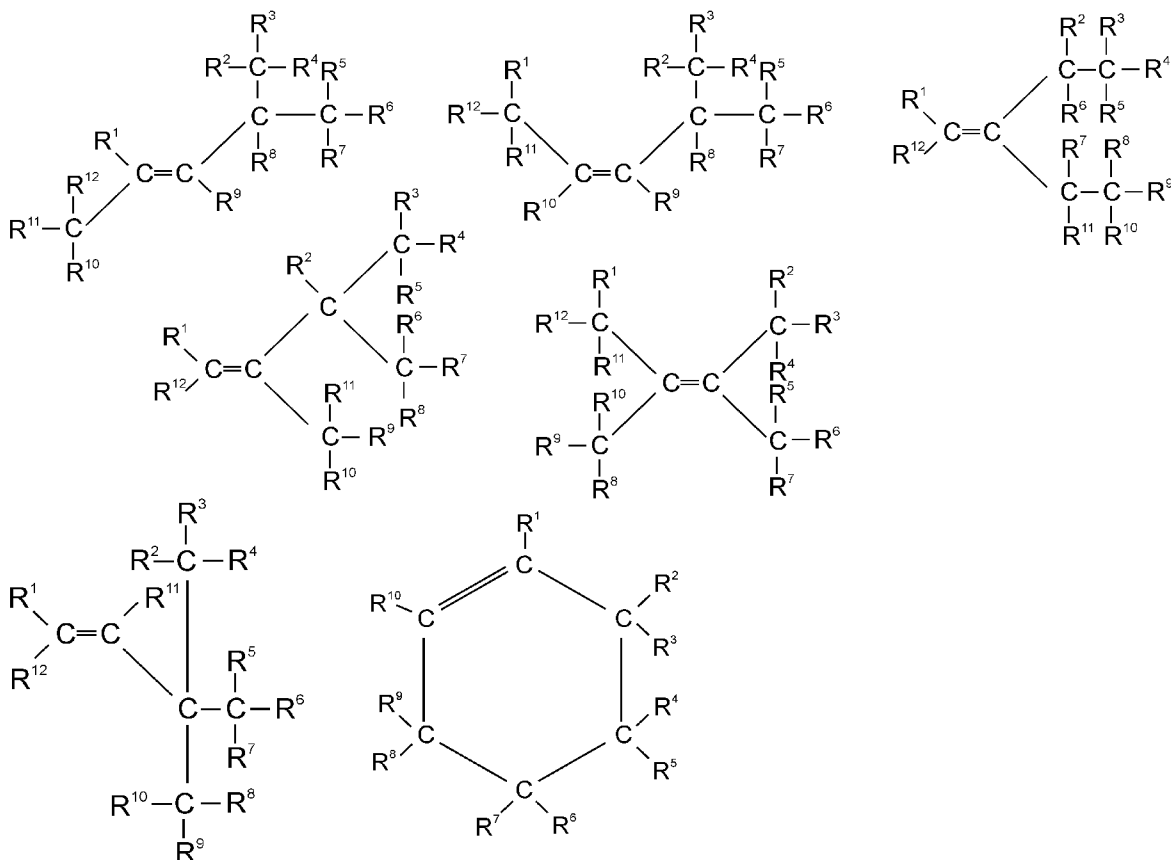
Beispiele für ein Hydrofluorolefin mit 3 Kohlenstoffatomen sind 1-Fluorpropen, 2-Fluorpropen, 3-Fluorpropen, 1,1-

Difluorpropen, 1,2-Difluorpropen, 1,3-Difluorpropen, 1,1,2-Trifluorpropen, 1,1,3-Trifluorpropen, 1,2,3-Trifluorpropen, 2,3,3-Trifluorpropen, 1,2,3,3-Tetrafluorpropen, 1,3,3,3-Tetrafluorpropen, 2,3,3,3-Tetrafluorpropen, 1,1,2,3,3-Pentafluorpropen, 1,1,3,3,3-Pentafluorpropen, 1,2,3,3,3-Pentafluorpropen, 1,1-Difluorpropadien, 1,2-Difluorpropadien, Trifluorpropadien.

Weitere bevorzugte Beispiele für Hydrofluorolefine mit 4, 5 oder 6 Kohlenstoffatomen sind:







- Die in den Strukturformeln für die Hydrofluorolefine angegebenen Reste R¹, R², R³, R⁴, R⁵, R⁶, R⁷, R⁸, R⁹, R¹⁰, R¹¹ und R¹² repräsentieren unabhängig voneinander jeweils ein Wasserstoffatom oder einen Fluoratom. Die Nummerierung der Reste R in den verschiedenen Strukturformeln dient nur der Veranschaulichung und ist nicht systematisch. Dies bedeutet, dass ein Rest mit einer bestimmten Nummerierung in einer Strukturformel ein Wasserstoffatom und ein Rest mit der gleichen Nummerierung in einer anderen Strukturformel ein Fluoratom sein kann und vice versa.
- Von der vorliegenden Erfindung umfasst sind nicht nur die cis- und trans-Isomere sondern auch - sofern bei den jeweiligen Verbindungen vorhanden- die (S)- und (R)-Konfigurationen der Fluorketone und/oder Hydrofluorolefine.
- Bei dem/den in dem Medium zusätzlich zu 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten optional vorhandenem/vorhandenen Fluorketon(en) und/oder Hydrofluorolefin(en) ist es bevorzugt, dass diese

Verbindung(en) nicht mehr als zwei Wasserstoffatome im Molekül aufweisen. Bei einer höheren Anzahl an Wasserstoffatomen im Molekül steigt die Brennfähigkeit dieser Verbindungen und somit auch die Explosionsgefahr - etwa im Falle eines Lichtbogens - an.

Alternativ oder zusätzlich zu den oben beschriebenen Fluorketonen und/oder Hydrofluorolefinen können ein oder mehrere weitere gasförmige Bestandteile in dem Medium vorhanden sein. Bei diesem/diesen gasförmigen Bestandteil(en) kann es sich bspw. um (einen) natürliche(n) Bestandteil(e) der Luft und/oder (ein) Edelgas(e), bevorzugt um Sauerstoff, Stickstoff, Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid, Distickstoffmonoxid, Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Argon und/oder Neon handeln.

Ist als weiterer gasförmiger Bestandteil in dem Medium Sauerstoff enthalten, so sollte dessen Anteil bevorzugt in dem Medium ≤ 5 Vol.-% betragen. Bei einem derartig kleinen Anteil von Sauerstoff in dem Medium ist auch bei brennbaren Hydrofluorolefinen und/oder Fluorketonen deren obere Zündgrenze überschritten.

Erfindungsgemäß können weitere, die dielektrische Festigkeit erhöhende gasförmige Bestandteile enthalten sein, deren Treibhauspotentiale oder Arbeitsplatzgrenzwerte auch über denen der bisher genannten Bestandteile liegen können, wobei deren Konzentration so niedrig gewählt wird, dass Grenzwerte für Treibhauspotential und maximale Arbeitsplatzkonzentrationen durch das Gemisch eingehalten werden. Beispiele solcher Substanzen sind z.B. fluoriierte Nitrile mit der Summenformel $C_nF_{2n+1}CN$, deren Siedepunkt und dielektrische Festigkeit mit steigender Zahl der C-Atome steigt, deren Treibhauspotenzial und Toxizität aber mit steigender Zahl der C-Atome sinkt.

In der erfindungsgemäßen Vorrichtung und ihren vorteilhaften Weiterbildungen ist das Medium in vorteilhafter Weise derart gebildet oder zusammengesetzt, dass das 1,1,1,4,4,4-

Hexafluor-2-Buten einen Partialdruck kleiner dem Atmosphärendruck aufweist. Beispiele für geeignete Partialdrücke in Abhängigkeit von einer zu berücksichtigenden unteren Temperaturgrenze sind bereits weiter oben genannt worden. Ist keine
5 weitere Komponente außer 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten in dem Medium enthalten, weist dieses somit in der Vorrichtung einen Unterdruck im Vergleich zu dem Atmosphärendruck auf. Sind weitere gasförmige Komponenten in dem Medium enthalten, können – insbesondere bei Verwendung einer oder mehrerer der
10 oben erwähnten natürlichen Bestandteile der Luft und/oder Edelgase, wie etwa Sauerstoff, Stickstoff, Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid, Distickstoffmonoxid, Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Argon und/oder Neon, das Medium in der Vorrichtung einen Druck gleich dem oder größer als der Atmosphärendruck
15 aufweisen, bspw. in einem Bereich von etwa 1,5 bar bis etwa 7 bar.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung unterliegt keinen besonderen Beschränkungen und es kann sich dabei um jede Vorrichtung
20 handeln, die eine Einrichtung aufweist, die bei einem Betriebszustand der Vorrichtung eine elektrische Spannung von 1 kV oder größer aufweist bzw. bei der eine derartige Spannung anliegt. Beispiele für derartige Einrichtungen sind ein Transformator, eine Stromleitung, eine Sammelschiene, ein
25 Trennschalter, ein Leistungsschalter, ein Lasttrennschalter, ein Erdungsschalter, ein Schütz, ein Relais, etc.

Eine elektrische Spannung im Bereich von 1 kV bis etwa 72 kV wird oftmals als Mittelspannung, eine elektrische Spannung im
30 Bereich ab 72 kV als Hochspannung bezeichnet, wobei die Grenze zwischen Mittelspannung und Hochspannung nicht genau festgelegt ist bzw. im Laufe der Zeit Verschiebungen erfahren hat. Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. der darin vorhandenen Einrichtung handelt es sich auf jeden Fall um
35 eine solche, die in einem weit verstandenen Sinn für eine Mittelspannung oder Hochspannung vorgesehen ist.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann es sich auch um eine handeln, bei der starke elektrische Felder auftreten, wie dies bspw. bei Beschleunigeranlagen der Fall ist. Bei Beschleunigeranlagen für geladene oder neutrale Teilchen, wie etwa Elektronen, Neutronen, Protonen oder schwere Ionen, ist oftmals wenigstens ein so genannter Wellenleiter vorgesehen, der zumindest teilweise mit einem isolierenden und/oder Lichtbogen-löschenden Medium umgeben ist.

Es sind verschiedene Arten von Beschleunigeranlagen bekannt, die sich unter anderem dadurch unterscheiden, ob die Beschleunigung der Teilchen geradlinig oder zyklisch erfolgt. Beispiele für von der vorliegenden Erfindung umfasste Beschleunigeranlagen mit geradliniger Beschleunigung sind etwa Van-de-Graaff-Beschleuniger, das Pelletron, der Tandembeschleuniger, der Cockcroft-Walton-Beschleuniger, das Dynamitron, der Linearbeschleuniger und der Kielfeld-Beschleuniger. Beispiele für von der vorliegenden Erfindung umfassten Beschleunigeranlagen mit zyklischer Beschleunigung (d.h. spiralartige, rosettenförmige oder ringförmig geschlossene Bahn) sind das Betatron, das Zyklotron, das Mikrotron, das Synchrotron, der Speicherring-Beschleuniger und das Rhodotron.

Bei Beschleunigeranlagen, bei denen etwa Neutronen, Protonen oder schwere Ionen (bspw. Kohlenstoff-Ionen) zu medizinisch-therapeutischen Zwecken verwendet werden, sind zur punktgenauen Anwendung der beschleunigten Teilchen Drehgelenke erforderlich, die oftmals eine vergleichsweise hohe Leckrate aufweisen. Daher ist bei derartigen Beschleunigeranlagen ein vergleichsweise häufiges Nachfüllen des Mediums zwingend erforderlich. Durch die vorliegende Erfindung ergibt sich auch für derartige Beschleunigeranlagen der Vorteil, dass das bisher überwiegend verwendete SF_6 durch ein Fluid mit einem sehr viel geringeren Treibhauspotential ersetzt werden kann. Bei Einsatz des erfindungsgemäßen Mediums für diese Beschleunigeranlagen verursacht der technisch unvermeidliche Austritt

des Mediums in die Atmosphäre keinen messbaren Anteil am Treibhauseffekt.

Die vorliegende Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum
5 Verwenden eines gasförmigen, elektrisch isolierenden und/oder
Lichtbogen-löschenden Fluids. Das Verfahren umfasst die
Schritte:

- Bereitstellen einer Vorrichtung mit wenigstens einer in ei-
nem Betriebszustand der Vorrichtung eine elektrische Span-
10 nung von 1 kV oder größer aufweisenden elektrischen Ein-
richtung und/oder mit wenigstens einer Einrichtung zur
Teilchenbeschleunigung, wobei die Einrichtung zumindest
teilweise in einem Behältnis angeordnet ist, das für ein
gasförmiges, elektrisch isolierendes und/oder Lichtbogen-
15 löschendes Medium vorgesehen ist, und
- Einführen eines Mediums, das aus 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-
Buten besteht oder 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten enthält,
als gasförmiges, elektrisch isolierendes und/oder Lichtbo-
gen-löschendes Medium in das Behältnis.

20 Gemäß einer ersten vorteilhaften Weiterbildung des Verfahrens
wird ein Medium in das Behältnis eingeführt, das aus cis-
1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten, trans-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-
Buten oder einer Mischung aus cis- und trans-1,1,1,4,4,4-
25 Hexafluor-2-Buten besteht, oder cis-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-
Buten, trans-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten oder eine Mischung
aus cis- und trans-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten enthält.

Gemäß einer zweiten vorteilhaften Weiterbildung des Verfah-
30 rens wird ein Medium in das Behältnis eingeführt, bei dem
1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten mit einem Partialdruck im Be-
reich von 30 mbar bis einschließlich 250 mbar enthalten ist.
Hierbei kann das Einführen des Mediums selbstverständlich
auch derart erfolgen, das sich der genannte Partialdruck von
35 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten erst mit dem Einführen von
1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten-haltigem Medium in den Behälter
einstellt. Bspw. kann bereits ein gasförmiges Medium in dem
Behälter vorhanden sein und es wird so lange 1,1,1,4,4,4-

Hexafluor-2-Buten-haltiges Medium eingeführt, bis sich der genannte Partialdruck eingestellt hat.

Und gemäß einer dritten vorteilhaften Weiterbildung des Verfahrens wird ein Medium in das Behältnis eingeführt, das neben 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten weiter enthält ein oder mehrere Verbindungen und/oder Elemente, die auswählbar sind aus

- fluoriertem/fluorierten Keton(en) mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen,
- Hydrofluorolefin(en) mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen,
- Sauerstoff,
- Stickstoff,
- Stickstoffmonoxid,
- Stickstoffdioxid,
- Distickstoffmonoxid,
- Kohlendioxid,
- Kohlenmonoxid,
- Argon und/oder
- Neon.

Erfindungsgemäß kann die Auswahl weitere, die dielektrische Festigkeit erhöhende gasförmige Bestandteile wie fluorierte Nitrile $C_nF_{2n+1}CN$ enthalten, deren Treibhauspotentiale oder Arbeitsplatzgrenzwerte auch über denen der bisher genannten Bestandteile liegen können, wobei deren Konzentration so niedrig gewählt wird, dass Grenzwerte für Treibhauspotential und maximale Arbeitsplatzkonzentrationen durch das Gemisch eingehalten werden.

Auch bei dieser Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens können die einzelnen Komponenten des Mediums räumlich und/oder zeitlich getrennt voneinander in das Behältnis eingeführt werden.

Schließlich kann in einer vierten, vorteilhaften Weiterbildung des Verfahrens eines der vorgenannten Medien aus einem Reservoir im Moment des Schaltvorganges in einer gasisolier-

ten Schaltanlage in den Bereich eingeblasen werden, in dem der Schaltvorgang stattfindet. Vorrichtungen und Verfahren dazu sind dem Fachmann bekannt.

- 5 Die obigen Ausführungen bezüglich der erfindungsgemäßen Vorrichtung, ihrer vorteilhaften Weiterbildungen sowie der damit erreichbaren Vorteile gelten entsprechend auch für das erfindungsgemäße Verfahren. Ebenso sind von der vorliegenden Anmeldung Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens
- 10 umfasst, die sich für einen Fachmann aus der Beschreibung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sowie deren vorteilhafte Weiterbildungen ohne weiteres ergeben.

- In der vorliegenden Anmeldung sind erfindungsgemäße, bevorzugte und/oder vorteilhafte Ausführungsformen der vorliegenden
- 15 Erfindung beschrieben. Der Schutzbereich der vorliegenden Erfindung ist jedoch nicht hierauf beschränkt sondern ergibt sich durch die beigefügten Ansprüche, wobei bei der Bestimmung des Schutzbereichs der Anmeldung solchen Elementen gebührend Rechnung zu tragen ist, die Äquivalente der in den
- 20 Patentansprüchen genannten Elemente sind.

Patentansprüche

1. Vorrichtung mit wenigstens einer in einem Betriebszustand der Vorrichtung eine elektrische Spannung von 1 kV oder größer aufweisenden elektrischen Einrichtung, und/oder mit wenigstens einer Einrichtung zur Teilchenbeschleunigung, wobei die Einrichtung zumindest teilweise in einem Gehäuse angeordnet ist, das ein gasförmiges, elektrisch isolierendes und/oder Lichtbogen-löschendes Medium enthält, dadurch gekennzeichnet, dass das Medium aus 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten besteht oder 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten enthält.
2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Medium aus cis-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten, trans-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten oder einer Mischung aus cis- und trans-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten besteht, oder cis-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten, trans-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten oder eine Mischung aus cis- und trans-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten enthält.
3. Vorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Medium 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten mit einem Partialdruck im Bereich von 30 mbar bis einschließlich 250 mbar enthalten ist.
4. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Medium neben 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten weiter ein(e) oder mehrere Verbindung(en) und/oder Element(e) enthält, die auswählbar sind aus
- fluoriertem/fluorierten Nitril (en) mit 3 bis 5 Kohlenstoffatomen,
 - fluoriertem/fluorierten Keton(en) mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen,
 - Hydrofluorolefin(en) mit 2 bis 6 Kohlenstoffatomen, wobei das/die weitere(n) Hydrofluorolefin(e) kein 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten ist,
 - Sauerstoff,

- Stickstoff,
- Stickstoffmonoxid,
- Stickstoffdioxid,
- Distickstoffmonoxid,
- 5 - Kohlendioxid,
- Kohlenmonoxid,
- Argon und/oder
- Neon.

10 5. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung ein Transformator, eine Stromleitung, eine Sammelschiene, ein Trennschalter, ein Leistungsschalter, ein Lasttrennschalter, ein Erdungsschalter, ein Schütz, ein Relais und/oder ein Wellenleiter ist
15 oder wenigstens eine der genannten Einrichtungen aufweist.

6. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung eine Beschleunigereinrichtung für Elektronen, Neutronen, Protonen oder
20 schwere Ionen ist.

7. Verfahren zum Verwenden eines gasförmigen, elektrisch isolierenden und/oder Lichtbogen-löschenden Mediums mit den Schritten

25 Bereitstellen einer Vorrichtung mit wenigstens einer in einem Betriebszustand der Vorrichtung eine elektrische Spannung von 1 kV oder größer aufweisenden elektrischen Einrichtung und/oder mit wenigstens einer Einrichtung zur Teilchenbeschleunigung, wobei die Einrichtung zumindest teilweise in
30 einem Behältnis angeordnet ist, das für ein gasförmiges, elektrisch isolierendes und/oder Lichtbogen-löschendes Medium vorgesehen ist,
und Einführen eines Mediums, das aus 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten besteht oder 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten enthält, als
35 gasförmiges, elektrisch isolierendes und/oder Lichtbogen-löschendes Medium in das Behältnis.

8. Verfahren gemäß Anspruch 7, wobei ein Medium in das Behältnis eingeführt wird, das aus cis-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten, trans-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten oder einer Mischung aus cis- und trans-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten besteht, oder cis-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten, trans-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten oder eine Mischung aus cis- und trans-1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten enthält.
9. Verfahren gemäß Anspruch 7 oder 8, wobei ein Medium in das Behältnis eingeführt wird, bei dem 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten mit einem Partialdruck im Bereich von 30 mbar bis einschließlich 250 mbar enthalten ist.
10. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei ein Medium in das Behältnis eingeführt wird, das neben 1,1,1,4,4,4-Hexafluor-2-Buten weiter enthält ein oder mehrere Verbindungen und/oder Elemente, die auswählbar sind aus
- fluoriertem/fluorierten Nitril (en) mit 3 bis 5 Kohlenstoffatomen,
 - fluoriertem/fluorierten Keton(en) mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen,
 - Hydrofluorolefin(en) mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen,
 - Sauerstoff,
 - Stickstoff,
 - Stickstoffmonoxid,
 - Stickstoffdioxid,
 - Distickstoffmonoxid,
 - Kohlendioxid,
 - Kohlenmonoxid,
 - Argon und/oder
 - Neon.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/064366A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01B3/56
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01B C09K H01H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2010/163776 A1 (ROBIN MARK L [US]) 29 January 2013 (2013-01-29) abstract ----- -/--	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 September 2015

Date of mailing of the international search report

18/09/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Socher, Günther

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/064366

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Eu Directive Rohs ET AL: "g GE Power & Water MATERIAL SPECIFICATION D50A159 Materials and Processes Engineering DESIGN REQUIREMENTS FOR REGULATED MATERIALS AND CHEMICALS B SPECIFICATION REVISED TO REFLECT ADDITION OF MATERIALS IDENTIFIED IN RESTRICTION ON USE OF CERTAIN HAZARDOUS SUBSTANCES", AMENDMENTS EU NO, 1 January 2011 (2011-01-01), XP055212241, Retrieved from the Internet: URL:https://www.gepower.com/content/dam/gepower-pw/global/en_US/documents/supplier-document-library/design-requirements-regulated-materials-chemicals-rev-g-d50a159.pdf [retrieved on 2015-09-09] page 12 page 43	1,4,5,7, 10
X	----- WO 2013/059550 A2 (DU PONT [US]) 25 April 2013 (2013-04-25) abstract -----	1,4,5,7, 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/064366

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2010163776	A1	29-01-2013	
		AU 2008261695 A1	18-12-2008
		BR PI0809736 A2	14-10-2014
		CA 2684290 A1	18-12-2008
		CN 101679841 A	24-03-2010
		CN 103980521 A	13-08-2014
		EP 2152833 A1	17-02-2010
		ES 2509882 T3	20-10-2014
		JP 5460586 B2	02-04-2014
		JP 2010532395 A	07-10-2010
		KR 20100037591 A	09-04-2010
		MY 149324 A	30-08-2013
		US 2010163776 A1	01-07-2010
		US 2011220832 A1	15-09-2011
		WO 2008154612 A1	18-12-2008

WO 2013059550	A2	25-04-2013	
		AU 2012325962 A1	24-04-2014
		CA 2852935 A1	25-04-2013
		CN 103890065 A	25-06-2014
		EP 2768893 A2	27-08-2014
		HK 1198174 A1	13-03-2015
		JP 2014530939 A	20-11-2014
		US 2014305667 A1	16-10-2014
		WO 2013059550 A2	25-04-2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01B3/56

ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H01B C09K H01H

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2010/163776 A1 (ROBIN MARK L [US]) 29. Januar 2013 (2013-01-29) Zusammenfassung ----- -/-	1-10



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. September 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/09/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Socher, Günther

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	Eu Directive Rohs ET AL: "g GE Power & Water MATERIAL SPECIFICATION D50A159 Materials and Processes Engineering DESIGN REQUIREMENTS FOR REGULATED MATERIALS AND CHEMICALS B SPECIFICATION REVISED TO REFLECT ADDITION OF MATERIALS IDENTIFIED IN RESTRICTION ON USE OF CERTAIN HAZARDOUS SUBSTANCES", AMENDMENTS EU NO, 1. Januar 2011 (2011-01-01), XP055212241, Gefunden im Internet: URL:https://www.gepower.com/content/dam/gepower-pw/global/en_US/documents/supplier-document-library/design-requirements-regulated-materials-chemicals-rev-g-d50a159.pdf [gefunden am 2015-09-09] Seite 12 Seite 43 -----	1,4,5,7, 10
X	WO 2013/059550 A2 (DU PONT [US]) 25. April 2013 (2013-04-25) Zusammenfassung -----	1,4,5,7, 10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/064366

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2010163776 A1	29-01-2013	AU 2008261695 A1	18-12-2008
		BR PI0809736 A2	14-10-2014
		CA 2684290 A1	18-12-2008
		CN 101679841 A	24-03-2010
		CN 103980521 A	13-08-2014
		EP 2152833 A1	17-02-2010
		ES 2509882 T3	20-10-2014
		JP 5460586 B2	02-04-2014
		JP 2010532395 A	07-10-2010
		KR 20100037591 A	09-04-2010
		MY 149324 A	30-08-2013
		US 2010163776 A1	01-07-2010
		US 2011220832 A1	15-09-2011
		WO 2008154612 A1	18-12-2008

WO 2013059550 A2	25-04-2013	AU 2012325962 A1	24-04-2014
		CA 2852935 A1	25-04-2013
		CN 103890065 A	25-06-2014
		EP 2768893 A2	27-08-2014
		HK 1198174 A1	13-03-2015
		JP 2014530939 A	20-11-2014
		US 2014305667 A1	16-10-2014
		WO 2013059550 A2	25-04-2013
