(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)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/000833 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01F 27/28 (2006.01) *H02K 3/24* (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01) *H01F 27/18* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/025040

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

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 212 667.3 1. Juli 2014 (01.07.2014) DE

(71) Anmelder: **CARL ZEISS SMT GMBH** [DE/DE]; Rudolf-Eber-Strasse 2, 73447 Oberkochen (DE).

(72) Erfinder: **FIGUEREDO, Stacy**; Rosa-Bavarese-Str. 17, 80639 München (DE). **SCHWERTNER, Tilman**; Schillerstrasse 23, 69198 Schriesheim (DE).

(74) Anwalt: **RAUNECKER, Klaus Peter**; Frauenstraße 11, 89073 Ulm (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, 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**: ELECTRIC COIL

(54) **Bezeichnung** : ELEKTRISCHE SPULE

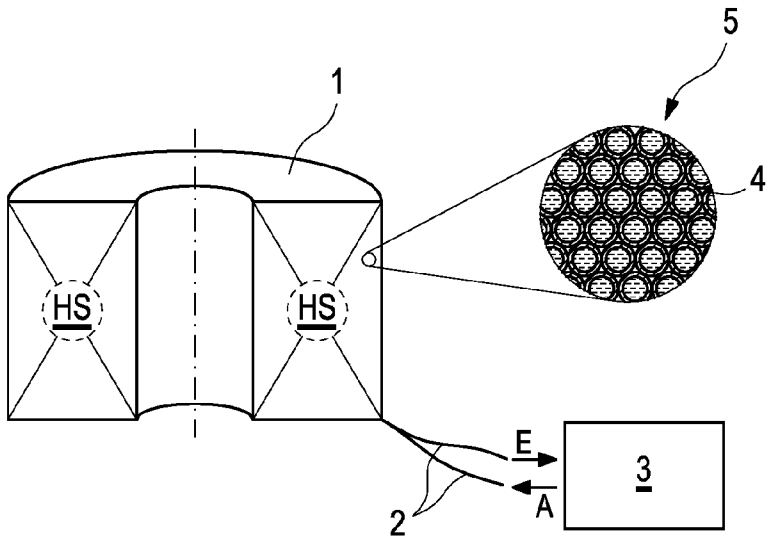


Fig. 2

(57) **Abstract**: The invention relates to a projection exposure system for semiconductor lithography comprising an electric coil (1) and at least one heat-conducting element (2) in the form of a pipe or tube for removing heat from the coil (1), said heat-conducting element (2) being at least partially arranged in the interior of the coil (1).

(57) **Zusammenfassung**: Die Erfindung betrifft eine Projektionsbelichtungsanlage für die Halbleiterlithographie mit einer elektrischen Spule (1) und mit wenigstens einem röhren- oder schlauchförmigem wärmeleitenden Element (2) zum Abführen von Wärme aus der Spule (1), wobei das wärmeleitende Element (2) mindestens teilweise im Innenbereich der Spule (1) angeordnet ist.

WO 2016/000833 A1

Beschreibung:

Elektrische Spule

Die Erfindung betrifft eine Projektionsbelichtungsanlage für die Halbleiterlithographie mit einer elektrischen Spule nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die elektrische Spule kann dabei bspw. Teil eines Aktuators, vorzugsweise eines Elektromagneten, insbesondere für einen Umlenkspiegel in einem EUV-Beleuchtungssystem für die Halbleiter-Lithographie sein. Dabei kann ein Aktuator auch mehrere elektrische Spulen enthalten.

Nach dem Stand der Technik werden die von dem Aktuator erzeugten Wärmelasten mittels Wärmeübertragung in einen Kühlblock abgegeben, der dann weiter von einem Kühlsystem gekühlt werden kann. Dabei wird die Wärme jedoch typischerweise bevorzugt aus den äußeren Bereichen beispielsweise einer Spule abgeführt, so dass die Effizienz einer derartigen Kühlung im Wesentlichen durch die Qualität des Wärmeübergangs an der Oberfläche der Spule limitiert ist.

Erschwerend kommt hinzu, dass in einer Hochvakuum-Umgebung, wie sie insbesondere in einem EUV-Beleuchtungssystem für die Halbleiter-Lithographie erforderlich ist, als Wärmeübertragungsmechanismen lediglich Strahlung und Wärmeleitung zur Verfügung stehen, da kein umgebendes Medium vorhanden ist, welches durch Konvektion zum Abführen der Wärme beitragen könnte. Ein lokaler, nicht gewünschter Wärmeüberschuss wirkt sich jedoch prinzipiell nachteilig auf die Leistungsfähigkeit der zugehörigen Projektionsbelichtungsanlage und oftmals auch nachteilig auf die Lebensdauer der verwendeten Spulen aus.

Die vorliegende Erfindung stellt sich somit die Aufgabe, die Wärme, welche in einer elektrischen Spule im Betrieb entsteht, vergleichsweise schnell abzuführen und damit die Leistungsfähigkeit einer zugehörigen Projektionsbelichtungsanlage für die Halbleiterlithographie sicher zu stellen.

Diese Aufgabe wird durch die Projektionsbelichtungsanlage mit den im unabhängigen Anspruch 1 aufgeführten Merkmalen gelöst. Die Unteransprüche betreffen vorteilhafte Varianten und Ausführungsformen der Erfindung.

Die erfindungsgemäße Projektionsbelichtungsanlage für die Halbleiterlithographie zeigt wenigstens eine elektrische Spule sowie ein wärmeleitendes, röhren– oder schlauchförmiges Element zum Abführen von Wärme aus der Spule, wobei das wärmeleitende Element mindestens teilweise im Innenbereich der Spule angeordnet ist. Dabei kann im Inneren des röhren- oder schlauchförmigen Elementes ein Kühlmedium geführt werden. Auf diese Weise kann die ohmsche Wärme in der Spule am Ort ihrer Entstehung besser abgeführt werden. Damit können beispielsweise Deformationen von optischen Oberflächen, die durch die Wärmelasten, die von den Aktuatoren induziert werden, entstehen, vermieden werden. Insbesondere kann das Entstehen von sogenannten Hot Spots, die sich negativ auf die Lebensdauer und Leistung von optischen Beschichtungen des zugehörigen Elementes auswirken können, wirksam unterbunden werden. Durch die verbesserte Kühlung insbesondere im Inneren der Spule kann auch vermieden werden, dass die Lackisolierung der Spulendrähte aufschmilzt, was zu Kurzschlüssen und damit einer verringerten Leistungsfähigkeit der Spule führen würde. Aufgrund der verbesserten Kühlung eröffnet sich darüber hinaus die Möglichkeit, stärkere Aktuatoren zu verwenden, wodurch Designfreiheitsgrade bei der Auslegung der zugehörigen Projektionsbelichtungsanlage gewonnen werden können.

Das wenigstens eine wärmeleitende Element kann insbesondere auf seiner der Spule abgewandten Seite mit wenigstens einem Kühlkörper verbunden sein, welcher dem weiteren Abführen der Wärme aus dem System dient. Für eine verbesserte Wärmeabfuhr je nach Systemanforderungen ist es auch denkbar, dass der genannte Kühlkörper seinerseits thermisch mit einem oder mehreren weiteren Kühlkörpern in Verbindung steht. Mit anderen Worten kann eine Kaskade von Kühlkörpern realisiert sein. Unter "Kühlkörper" sind vorliegend alle Komponenten zu verstehen, welche geeignet sind, eine Wärmesenke zu bilden. Auch Wärmetauscher wären somit als Kühlkörper im Sinne der vorliegenden Ausführungen zu sehen.

In einer vorteilhaften Variante der Erfindung kann das wärmeleitende Element wenigstens ein Bestandteil der Wicklung der Spule sein oder parallel zu den Spulenwindungen verlaufen. Mit anderen Worten besteht die Möglichkeit, eine separate Kühlmittelleitung als wärmeleitendes Element mit der elektrisch kontaktierten Wicklung der Spule mindestens abschnittsweise parallel zu wickeln, so dass in den betroffenen Bereichen eine praktisch homogene Kühlung möglich wird. Ebenso ist es denkbar, das Verhältnis Kühlmittelleitung zu Spulendraht entsprechend einer erwarteten ohmschen Wärmeleistungsdichte in der Spule anzupassen, so dass im Ergebnis eine homogene Temperaturverteilung unter Vermeidung von Hot Spots in der Spule erreicht werden kann. Insbesondere kann die Kühlmittelleitung als wärmeleitendes Element selbst als äußerste Wicklungsschicht oder ein Teil derselben verwendet werden und wirkt in diesem Fall in der Art eines Kühlmantels. Da in diesem Fall die Kühlmittelleitung als Spulenbestandteil angesehen werden kann und damit die Spule erst auf der Außenseite der Kühlmittelleitung bzw. der äußersten Wicklungsschicht endet, verläuft die Kühlmittelleitung auch in diesem Fall mindestens teilweise im Innenbereich der Spule.

Daneben kann in einer weiteren Variante der Erfindung ein hohl ausgebildeter Spulendraht selbst für die Herstellung mindestens von Teilen der Spulenwicklung verwendet werden, also als wärmleitendes Element insbesondere derart mit einer Stromquelle verbunden werden, dass er zur Erzeugung des Spulenmagnetfeldes beitragen kann. Mittels der damit erreichten Doppelfunktionalität der hohlen Leitungen bzw. Wicklungen einerseits als Kühlung und andererseits als Spule zur Erzeugung des Magnetfeldes, kann in einfacher und kostengünstiger Weise die erforderliche Kühlwirkung gesteigert werden. In diesem Fall ist es vorteilhaft, ein elektrisch nicht leitfähiges Kühlmittel zu verwenden, um die Gefahr elektrischer Kurzschlüsse zu reduzieren.

Um die Leitungslänge kurz zu halten und damit die erforderliche Pumpleistung gering halten zu können, kann es sinnvoll sein, die Leitungen parallel zu betreiben. Mit anderen Worten kann eine Mehrzahl von röhren- oder schlauchförmigen wärmeleiten-

den Elementen parallel gewickelt werden, so dass sich die von dem Kühlmittel zu durchströmende Gesamtlänge reduziert, was die erforderliche Pumpleistung verringert und ferner die Möglichkeit eröffnet, mit kleineren Röhren/Schlauchquerschnitten zu arbeiten. Diese Variante ist sowohl für den Fall denkbar, dass die wärmeleitenden Elemente zusätzlich zu den elektrisch kontaktieren Spulenwindungen verwendet werden, wie auch für den Fall, dass die wärmeleitenden Elemente Bestandteil der – elektrisch kontaktierten – Wicklung der Spule ist. In diesem Fall könnte zusätzlich noch eine separate elektrische Ansteuerung der jeweiligen wie oben beschrieben erzeugten Teilwicklungen erreicht werden. Hierdurch eröffnen sich neue Möglichkeiten im Hinblick auf die Regelung/Steuerung des zugehörigen Aktuators. Auch eine separate Ansteuerung der parallelen Leitungen durch das Kühlsystem ist denkbar, so dass im Ergebnis eine ausgesprochen flexible, ortsaufgelöste Kühlung möglich wird. Ein Steuerung/Regelung der Kühlung kann beispielsweise dadurch bewerkstelligt werden, dass einerseits die Temperatur, andererseits der Volumenstrom des Kühlmediums für den jeweiligen Kühlkreislauf entsprechend den jeweiligen Anforderungen gewählt wird. Selbstverständlich können die genannten Parameter auch gleichzeitig als Stellgrößen einer Regelung/Steuerung verwendet werden.

Das Kühlmedium kann flüssig oder gasförmig oder kombiniert flüssig/gasförmig ausgebildet sein. Eine geringe Viskosität des Kühlmediums im Bereich von 100µPa s- 25 000µPa s ist von Vorteil, um die erforderliche Pumpleistung gering halten zu können. Zudem ist ein Kühlmedium mit höherer spezifischer Wärmekapazität, insbesondere im Bereich von 1000 J/(kg*K) – 6500 J/(kg*K) vorteilhaft, um den für eine ausreichende Kühlung erforderlichen Volumenstrom zu begrenzen.

Insbesondere für den Fall flüssiger Kühlmittel stellt ein Innendurchmesser des röhren- oder schlauchförmigen Elementes im Bereich von weniger als 1mm, beispielsweise im Bereich von 0,05mm - 0,1mm eine vorteilhafte Wahl dar.

Das Kühlmedium kann insbesondere Wasser, Kohlendioxid, R134A, Methanol oder Ethanol enthalten. Darüber hinaus dient es der Haltbarkeit und der Betriebssicherheit des zugehörigen Systems, wenn ein chemisch inertes Kühlmittel verwendet wird.

Das wärmeleitende Element kann als wärmeleitendes Element mit geschlossenem Zwei-Phasen-Kühlkreislauf (nachfolgend: "Zweiphasenelement") realisiert sein. Derartige Elemente sind insbesondere als Wärmeleitrohre, auch als Heat-Pipe bezeichnet, ausgestaltet. Alternativ kann das wärmeleitende Element als Zwei-Phasen-Thermosiphon oder als Loop Heat Pipe ausgestaltet sein. Das Zweiphasenelement kann als solches als Spulendraht des Aktuators verwendet werden, wobei die Zweiphasenelemente in Reihe oder parallel zu einander verlaufen können. Unter einer Anordnung "in Reihe" ist dabei insbesondere der Fall zu verstehen, dass derjenige Teil eines Zweiphasenelementes, an welchem die Kondensation der Arbeitsflüssigkeit erfolgt (nachfolgend "Kühlzone" genannt), in thermischen Kontakt mit demjenigen Teil eines weiteren Zweiphasenelementes steht, an welchem die Verdampfung der Arbeitsflüssigkeit erfolgt (nachfolgend "Heizzone" genannt). Eine Verwendung des Zweiphasenelementes als elektrischer Bestandteil der Spule, also als Teil der stromdurchflossenen Spulenwindungen, ist jedoch nicht zwingend, wenn auch durchaus möglich; es ist ebenso denkbar, das Zweiphasenelement parallel zu einer ohnehin vorhandenen Wicklung einer Spule einzusetzen.

Ein Vorteil der Verwendung von Zweiphasenelementen, bei welchen Wärme insbesondere durch eine Phasenumwandlung eines flüssigen Mediums an dem zu kühlenden Ort in ein gasförmiges Medium und einen nachfolgenden Transport zu einem Bereich, in welchem das gasförmige Medium kondensiert, transportiert, bzw. abgeführt wird, ist, dass es in diesem Fall nicht erforderlich ist, das Medium aktiv zu pumpen. Dadurch gehen von einem Zweiphasenelement bei gleicher Kühlleistung und in der Regel geringerem erforderlichen Querschnitt in der Regel weniger mechanische Störungen aus als von einem flüssigkeitsdurchströmten röhren- oder schlauchförmigem Element.

Das Zweiphasenelement kann in einer weiteren Variante der Erfindung von der Außenseite der Spule in diese eingeführt sein und mit seiner Heizzone im Bereich eines Hot Spots angeordnet sein. Ebenso oder zusätzlich kann das Zweiphasenelement auch in dem Kern, vorzugsweise dem Eisenkern, der elektrischen Spule integriert

werden.
Ferner könnte sich das Zweiphasenelement zwischen dem Eisenkern und einem Bereich eines Hot Spots innerhalb des Eisenkerns befinden.

Es ist ferner denkbar, dass Zweiphasenelemente in der Umgebung der Spule oder an den Außenbereichen der Spule oder des Kerns angeordnet sind. Auf diese Weise kann Wärme definiert aus der Umgebung der Spule abgeführt werden. Die Zweiphasenelemente können zwischen dem Spulenkern und der Umgebung in beliebiger Kombination und in einer anderen Ausrichtung als hier beschrieben angeordnet sein. Die Zweiphasenelemente können insbesondere mit einem zweiten Kühler außerhalb der Spule in thermischer Verbindung stehen, um Wärme aus dem Antrieb bzw. Aktuator bzw. der Spule abzuführen. Hierzu kann ein üblicher Einphasen-Kühler mit größeren Kanälen oder eine alternativ ausgestaltete Kühleinrichtung verwendet werden.

Ein Vorteil der Verwendung eines Zweiphasenelementes besteht darin, dass in diesem Fall die mechanischen Nachteile einer Rohrleitung oder eines Schlauchs, durch welche aktiv ein Kühlmedium gepumpt wird – insbesondere durch die Strömung des Mediums verursachte Schwingungen - beim Wärmeleitelement sehr selten auftreten. Auch andere Arbeitsflüssigkeiten sind – abhängig vom Arbeitsbereich bzw. der Kühlertemperatur – denkbar.

Insgesamt sind für Zweiphasensysteme bzw. Zweiphasenelemente Arbeitsflüssigkeiten vorteilhaft, welche eine spezifische Verdampfungswärme im Bereich von 60kJ/kg bis 2600kJ/kg aufweisen.
Das wärmeleitende Element kann einteilig ausgestaltet sein. Dabei kann das wärmeleitende Element als Lötbaugruppe kostengünstig hergestellt werden.

Insbesondere kann das wärmeleitende Element austauschbar sein. Vorteilhaft ist, dass nach dem Entfernen des wärmeleitenden Elements eine Vor-Ort-Reparatur oder eine Anpassung der elektrischen Spule oder des zugehörigen Aktuators möglich ist. Die einzelnen Bauteile können herausziehbar am Spulenkörper angeordnet sein, so dass man das entsprechende Bauteil von der Seite der Wicklung der elektrischen

Spule herausziehen könnte und dann vor Ort auswechseln oder reparieren kann.

Der Kühlkörper kann mit einer Flüssigkeitskühlung, vorzugsweise Wasserkühlung, betrieben sein und/oder der Kühlkörper kann als Platten- oder Leistenkühler ausgeführt sein. Vorteil von Wasser ist, dass dieses eine vergleichsweise hohe spezifische Wärmekapazität aufweist und die Wärme sehr effektiv abtransportiert. Der Kühlkörper kann alternativ auch mit einer der vorstehend genannten Flüssigkeiten, z.B. einem chemisch inerten Kühlmittel, Kohlendioxid, R134A, Methanol oder Ethanol betrieben werden. Der Kühlkörper kann als Einphasen- oder Zweiphasensystem betrieben werden. Der Kühlkörper kann auch im Bereich unter 0°C betrieben werden, vorzugsweise mit einer Glykol-Wasserkühlung. Somit kann die Betriebstemperatur des Systems insgesamt verringert werden, so dass sich insbesondere das Auftreten unerwünschter Deformationen reduzieren lässt.

Die elektrische Spule kann Teil eines Aktuators eines Multilayer-Spiegels für die EUV-Lithographie sein.

Insgesamt ist eine Vielzahl von Anwendungen des erfindungsgemäßen Konzeptes in Projektionsbelichtungsanlagen für die Halbleiterlithographie denkbar, beispielsweise im Bereich des Beleuchtungssystems, dort insbesondere im Bereich der Lichtquelle, des Kollektors, oder der Beleuchtungsoptik, der Projektionsoptik, des Retikelhalters oder auch des Waferhalters .

Des Weiteren kann die elektrische Spule eines Aktuators in unterschiedlichen Bereichen unterschiedlich stark gekühlt werden. Hierzu ist es insbesondere denkbar, mit einzelnen Wärmeleitelementen unterschiedliche regel- und/oder steuerbare Kühlkörper zu verbinden, wobei die Kühlkörper einzeln ansteuerbar sind. Ebenso kann ein Kühlkörper mit mehreren lokal angepassten Kühlzonen zur Anwendung kommen, wobei den Kühlzonen unterschiedliche Wärmeleitelemente zugeordnet sind. In beiden Fällen wird im Ergebnis eine lokal adaptierbare und/oder einstellbare Kühlung der elektrischen Spule ermöglicht.

Im Folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung einer Projektionsbelichtungsanlage, in welcher die Erfindung zum Einsatz kommen kann,

Figur 2 eine schematische Querschnittsdarstellung einer elektrischen Spule, mit einem Wärmeleitelement nach einer ersten Ausführungsform der Erfindung

Figur 3 eine schematische Querschnittsdarstellung einer alternativen Ausführungsform einer elektrischen Spule mit einem eingeschobenen wärmeleitenden Element,

Figur 4 eine schematische Querschnittsdarstellung einer weiteren alternativen Ausführungsform einer elektrischen Spule mit einer Heat-Pipe als wärmeleitendes Element,

Figur 5 eine Variante der Erfindung, bei welcher eine Heat Pipe als Teil einer Spulenwicklung ausgebildet ist; und

Figur 6 in tabellarischer Form eine Übersicht geeigneter Kühlmedien.

Fig. 1 zeigt exemplarisch den prinzipiellen Aufbau einer EUV-Projektionsbelichtungsanlage 400 für die Mikrolithographie, in welcher die Erfindung Anwendung finden kann. Ein Beleuchtungssystem 401 der Projektionsbelichtungsanlage 400 weist neben einer Lichtquelle 402 eine Beleuchtungsoptik 403 zur Beleuchtung eines Objektfeldes 404 in einer Objektebene 405 auf. Beleuchtet wird ein im Objektfeld 404 angeordnetes Retikel 406, das von einem schematisch dargestellten Retikelhalter 407 gehalten ist. Eine lediglich schematisch dargestellte Projektionsoptik 408 dient zur Abbildung des Objektfeldes 404 in ein Bildfeld 409 in eine Bildebene 410. Abgebildet wird eine Struktur auf dem Retikel 406 auf eine lichtempfindliche Schicht eines im Bereich des Bildfeldes 409 in der Bildebene 410 angeordneten

Wafers 411, der von einem ebenfalls ausschnittsweise dargestellten Waferhalter 412 gehalten ist. Die Lichtquelle 402 kann Nutzstrahlung insbesondere im Bereich zwischen 5 nm und 30 nm emittieren.

Eine mittels der Lichtquelle erzeugte EUV-Strahlung 413 wird mittels eines in der Lichtquelle 402 integrierten Kollektors derart ausgerichtet, dass sie im Bereich einer Zwischenfokusebene 414 einen Zwischenfokus durchläuft, bevor sie auf einen Feldfacettenspiegel 415 trifft. Nach dem Feldfacettenspiegel 415 wird die EUV-Strahlung 413 von einem Pupillenfacettenspiegel 416 reflektiert. Unter Zuhilfenahme des Pupillenfacettenspiegels 416 und einer optischen Baugruppe 417 mit Spiegeln 418, 419 und 420 werden Feldfacetten des Feldfacettenspiegels 415 in das Objektfeld 404 abgebildet.

Im Betrieb der in Figur 1 dargestellten Projektionsbelichtungsanlage 400 werden beispielsweise die Spiegel 418, 419 und 420 mittels sogenannter Lorentzaktuatoren in ihrer Position gehalten, wobei die Lorentzaktuatoren mit Spulen ausgestattet sind, mittels derer eine magnetische Lagerung der Spiegel erreicht werden kann.

Figur 2 zeigt in einer ersten exemplarischen Ausführungsform der Erfindung eine Spule 1, welche zum Abführen von Wärme in einen Kühlkörper 3 über das wärmeleitende Element 2 mit dem Kühlkörper 3 verbunden ist. Eine derartige Spule kann beispielsweise in einem der oben genannten Lorentzaktuatoren Verwendung finden. Der Wärmeübertrag aus der elektrischen Spule 1 in den Kühlkörper 3 erfolgt über das wärmeleitende Element 2, welches im gezeigten Beispiel röhren- oder schlauchförmig ausgebildet ist, so dass in seinem Inneren das Kühlmedium 4 geführt werden kann. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist das wärmeleitende Element 2 Bestandteil einer – in der Figur als Ausschnittsvergrößerung dargestellten – stromdurchflossenen Wicklung 5 der Spule 1 und kann somit zur Erzeugung des Spulenmagnetfeldes beitragen. Mit dem wärmeleitenden Element 2 kann eine homogene Temperaturverteilung unter Vermeidung von Hot Spots HS in der Spule 1 erreicht werden.

Das Kühlmedium 4 tritt an einem Eingang in den Kühlkörper 3 ein, wobei die Fließ-

richtung durch den Pfeil E dargestellt ist, und tritt an einem Ausgang aus dem Kühlkörper 3 aus, wobei die Fließrichtung durch den Pfeil A dargestellt ist. Der Kühlkörper 3 kann – nicht näher dargestellt - als Platten- oder Leistenkühler ausgeführt sein. Der Kühlkörper 3 kann aus einem Werkstoff hergestellt sein, welcher vorzugsweise Kupfer, Aluminium, Edelstahl oder deren Legierungen enthalten kann.

Fig. 3 zeigt eine Schnittdarstellung einer Spule 1', die einen im gezeigten Beispiel ringförmigen Kühlkörper 3' aufweist, welcher um die Spule 1' herum gelegt ist. Dabei ist der Kühlkörper 3' einstückig mit dem wärmeleitenden Element 2' ausgebildet, welches in die Spule 1' eingeführt ist und Wärme aus dieser abführt. Das wärmeleitende Element 2' ist im gezeigten Beispiel als einfacher Wärmeleiter ausgebildet, von der Außenseite der Spule 1' her in diese eingeführt und im Bereich des Hot Spots HS angeordnet. Es ist ferner denkbar, dass das wärmeleitende Element 2' auch in der Umgebung der Spule 1' oder an den Außenbereichen der Spule 1' oder des in der Figur nicht gezeigten Kerns der Spule 1' angeordnet ist. Auf diese Weise kann Wärme definiert aus der Umgebung der Spule 1' abgeführt werden. Das wärmeleitende Element 2' kann zwischen dem Kern der Spule 1' und der Umgebung in beliebiger Kombination und in einer anderen Ausrichtung als hier beschrieben angeordnet sein. Die Spulenwicklung der Spule 1' ist durch den elektrischen Leiter 7 gebildet.

Fig. 4 zeigt in einer weiteren Variante der Erfindung eine Schnittdarstellung einer Spule 1", welche im Unterschied zu dem in Figur 3 dargestellten wärmeleitenden Element 2' ein Wärmeleitrohr 2" (Heat Pipe) zwischen der Spule 1" und dem Kühlkörper 3" aufweist.

Figur 4a zeigt eine erste Variante der in Figur 4 gezeigten Anordnung in einer Schnittdarstellung entlang der Linie I-I. In der gezeigten Variante ist der Kühlkörper derart ausgebildet, dass er sich in der Art einer Kreisscheibe bis in das Spuleninnere erststreckt. Die Heat Pipes 2“ sind in diesem Fall in das Material des Kühlkörpers eingebettet. Es ist ebenso denkbar, die Heat Pipes 2“ im Laufe der Herstellung des Kühlkörpers direkt aus dessen Material auszuformen. Hierdurch wird es möglich, eine Vielzahl unterschiedlicher möglicher geometrischer Verläufe der Heat Pipes 2“ zu

realisieren. So könnte beispielsweise zur Fertigung der gezeigten Anordnung zunächst ein zweiteiliger Grundkörper eines Kühlkörpers gefertigt werden, welcher entlang der in der Figur gezeigten Schnittlinie I-I geschnitten ist. Nachfolgend kann dann – beispielsweise durch ein Fräsverfahren – der gewünschte Verlauf der Heat Pipes auf einer oder auch auf beiden der Schnittflächen realisiert werden. Nach dem Befüllen der so realisierten Ausnehmungen mit dem entsprechenden Kühlmedium können die beiden Hälften beispielsweise durch Kleben oder Löten mit einander verbunden werden. Im gezeigten Bespiel tragen also sowohl die Heat Pipes 2" als auch das Material des Kühlkörpers 3" zum Wärmetransport aus dem Spuleninneren bei.

In Figur 4b ist – ebenfalls anhand einer Schnittdarstellung entlang der in Figur 4 gezeigten Linie I-I - eine Ausführungsform der Erfindung dargestellt, bei welcher sich lediglich die Heat Pipes 2" ins Innere der Spule 1' erstrecken und auf ihrem dem Spuleninneren abgewandten Ende in entsprechend ausgebildete Sacklöcher in den kreisringförmigen Kühlkörper eingesteckt, insbesondere eingelötet, sind. Diese Variante stellt eine vergleichsweise kostengünstig zu fertigende Möglichkeit dar, da in diesem Fall am Markt bereits verfügbare Heat Pipes zur Anwendung kommen können. Grundsätzlich ist es auch denkbar, derartige Heat Pipes in die in Figur 4a gezeigte Anordnung zu integrieren.

In Figur 5 ist eine Variante der Erfindung dargestellt, bei welcher eine Heat Pipe 2"' als Teil der Spulenwicklung zur Anwendung kommt. Dabei ist die Heat Pipe als vergleichsweise langer Hohldraht ausgebildet, von welchem eine erste spulenförmige Wicklung in der Spule 1"' integriert und mit einer Stromquelle 8 verbunden ist. Die Stromquelle 8 kann dabei als separat ansteuerbare Stromquelle realisiert sein; sie kann ebenso diejenige Stromquelle sein, mit welcher der restliche, mit konventionellen Drähten ausgebildete Teil der Spule 1"' gebildet ist. Oberhalb der in der Spule 1"' integrierten Wicklung ist die Heat Pipe 2"' ebenfalls wendelförmig in einem Wasserkühler geführt. Im Betrieb der Spule 1"' erwärmt sich das in der Heat Pipe 2"' vorhandene Medium, welches sich im Bereich der Spule 1"' befindet, und verdampft. Es nimmt dabei neben der zu seiner Erwärmung erforderlichen Wärme auch die für den Phasenübergang benötigte latente Wärme auf und kühlt damit den Innenbereich der

Spule 1‘‘‘ effektiv. Das dampfförmige Medium kondensiert nachfolgend in demjenigen Bereich der Heat Pipe 2‘‘‘, welcher in dem Wasserkühler geführt ist und fließt dann aufgrund der Wirkung der Gravitation zurück in denjenigen Teil der Heat Pipe 2‘‘‘, welcher in der Spule 1‘‘‘ angeordnet ist, wo es für einen erneuten Phasenübergang zur Verfügung steht. Durch die in der Figur gezeigte Anordnung wird somit eine ausgesprochen effiziente und einfache Möglichkeit geschaffen, den Innenbereich einer Spule zu kühlen.

Auch Mischformen bzw. Kombinationen der in den Figuren 2-5 gezeigten Konzepte sind denkbar.

Figur 6 zeigt eine tabellarische Übersicht geeigneter Kühlmedien. Dabei sind sowohl Kühlmedien enthalten, welche sich für eine Einphasenkühlung eignen, als auch Kühlmedien, die bevorzugt für eine Zweiphasenkühlung in Frage kommen. Die in Figur 5 aufgezeigten thermophysikalischen Eigenschaften sind die Sättigungstemperatur bei einem Betriebsdruck von 1 bar; der Sättigungsdruck bei einer Temperatur von 22 °C, welche eine bevorzugte Betriebstemperatur bei EUV-Projektionsbelichtungsanlagen darstellt; der Tripelpunkt; die kritische Temperatur; der kritische Druck; das Dichteverhältnis, welches das Verhältnis zwischen der Dichte der flüssigen Phase und der Dichte der Gasphase widerspiegelt; die Viskosität mit 40% Gasanteil in einem zweiphasigen Zustand; die Flüssigkeitsviskosität; die Flüssigkeitsdichte; die spezifische Wärmekapazität bei einer Temperatur von 25°C; die Durchschlagsfestigkeit für einen Spalt von 0,25 cm; die Dielektrizitätskonstante und das Global Warming Potential (GWP).

Die vorliegende Anmeldung nimmt die Priorität der deutschen Patentanmeldung DE 10 2014 212 667.3 in Anspruch, deren Offenbarungsgehalt hiermit vollständig aufgenommen wird.

Patentansprüche:

1. Projektionsbelichtungsanlage (400) für die Halbleiterlithographie mit einer elektrischen Spule (1, 1', 1", 1‘“) und mit wenigstens einem röhren- oder schlauchförmigem wärmeleitenden Element (2, 2', 2",2‘“) zum Abführen von Wärme aus der Spule (1, 1', 1", 1‘“),
dadurch gekennzeichnet, dass
das wärmeleitende Element (2, 2', 2",2‘“) mindestens teilweise im Innenbereich der Spule (1, 1', 1", 1‘“) angeordnet ist.

2. Projektionsbelichtungsanlage (400) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
das wärmeleitende Element eine Heat-Pipe (2",2‘“) aufweist.

3. Projektionsbelichtungsanlage (400) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
das wenigstens eine wärmeleitende Element (2, 2', 2",2‘“) mit wenigstens einem Kühlkörper (3, 3', 3",3‘“) verbunden ist.

4. Projektionsbelichtungsanlage (400) nach einem der Ansprüche 1 - 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
das wärmeleitende Element (2, 2', 2",2‘“) wenigstens ein Bestandteil der Wicklung der Spule (1, 1', 1", 1‘“) ist.

5. Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
das wärmeleitende Element (2, 2', 2",2‘“) derart mit einer Stromquelle (8) verbunden ist, dass es zur Erzeugung eines Magnetfeldes der Spule (1, 1', 1", 1‘“) beitragen kann.

6. Projektionsbelichtungsanlage (400) nach einem der Ansprüche 1 - 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
das wärmeleitende Element (2, 2', 2",2‘“) wenigstens abschnittsweise parallel zu den

Spulenwindungen verläuft.

7. Projektionsbelichtungsanlage (400) nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Mehrzahl von röhren- oder schlauchförmigen wärmeleitenden Elementen (2, 2', 2",2‘“) parallel gewickelt sind.

8. Projektionsbelichtungsanlage (400) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
das wärmeleitende Element (2, 2', 2",2‘“) ein flüssiges oder gasförmiges, oder ein kombiniert flüssig/gasförmiges Kühlmedium (4) enthält.

9. Projektionsbelichtungsanlage (400) nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Kühlmedium (4) Kohlendioxid, R134a, Methanol oder Ethanol enthält.

10. Projektionsbelichtungsanlage (400) nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Kühlmedium (4) eine Viskosität im Bereich von 100µPa s - 25 000µPa s aufweist.

11. Projektionsbelichtungsanlage (400) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die elektrische Spule (1, 1', 1",1‘“) Teil eines Aktuators eines Multilayer-Spiegels für die EUV-Lithographie ist.

12. Projektionsbelichtungsanlage (400) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das wärmeleitende Element (2, 2', 2",2‘“) zumindest annähernd an oder wenigstens unterhalb oder oberhalb oder neben einem Hot Spot (HS) angeordnet ist.

13. Projektionsbelichtungsanlage (400) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die elektrische Spule (1, 1', 1",1‘“) im Bereich des Beleuchtungssystems (401), insbesondere im Bereich der Lichtquelle (402), des Kollektors, oder der Beleuchtungsoptik (403), der Projektionsoptik (408), des Retikelhalters (407) oder auch des Waferhalters (412) angeordnet ist.

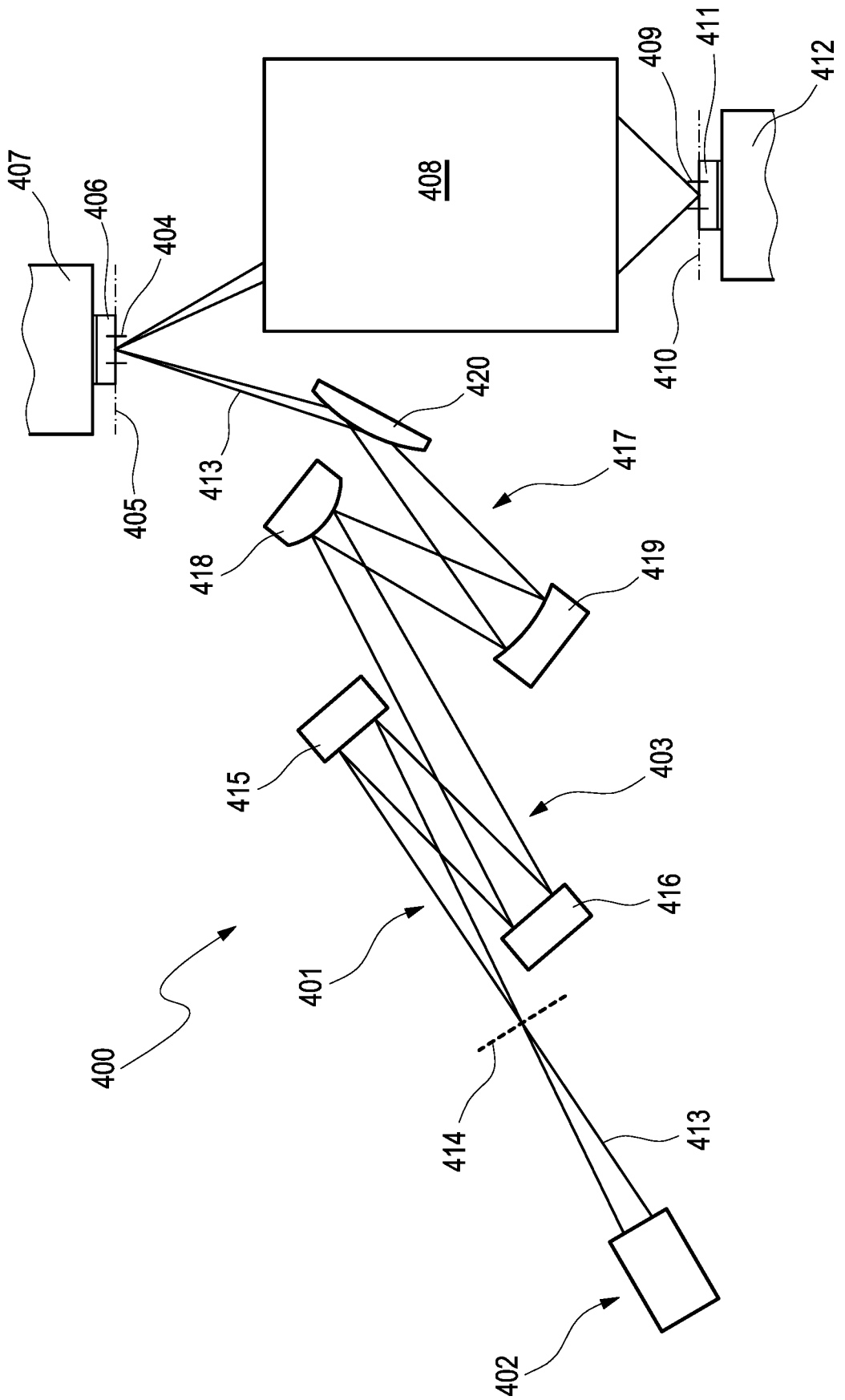

400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420

Fig. 1

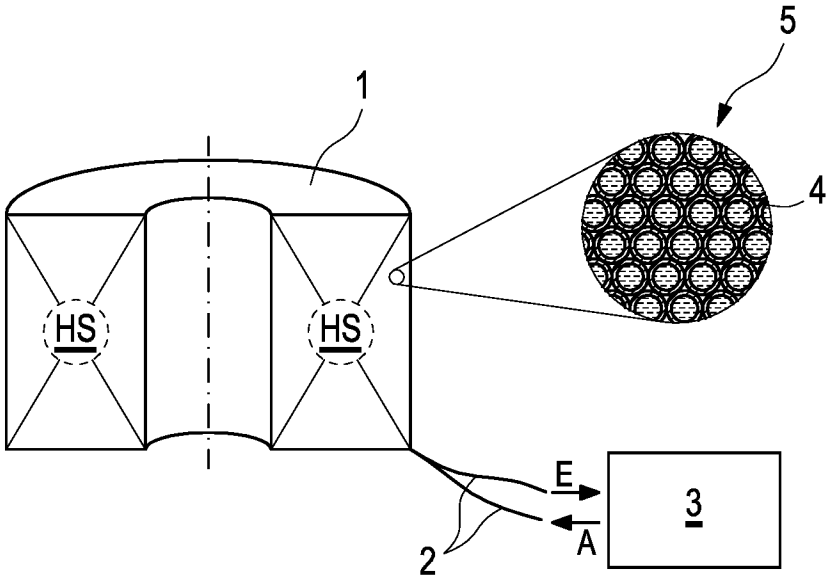


Fig. 2

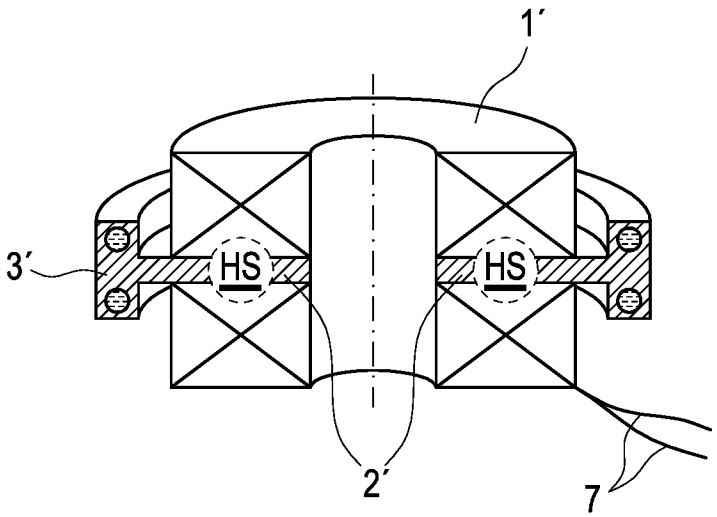


Fig. 3

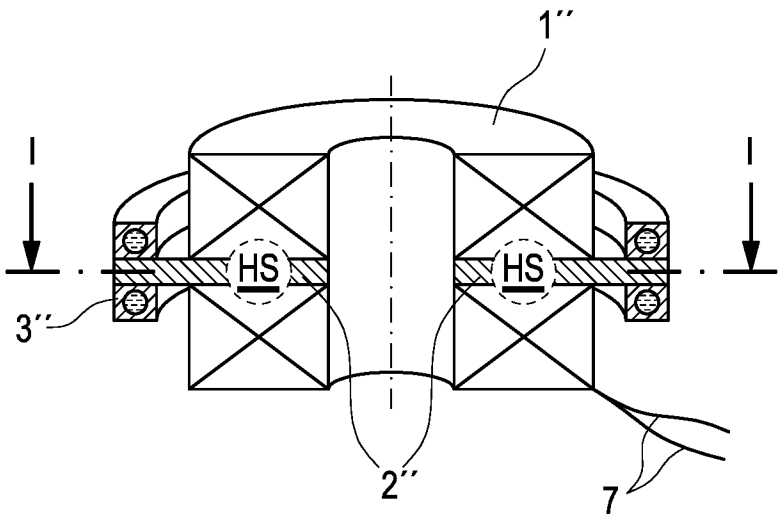


Fig. 4

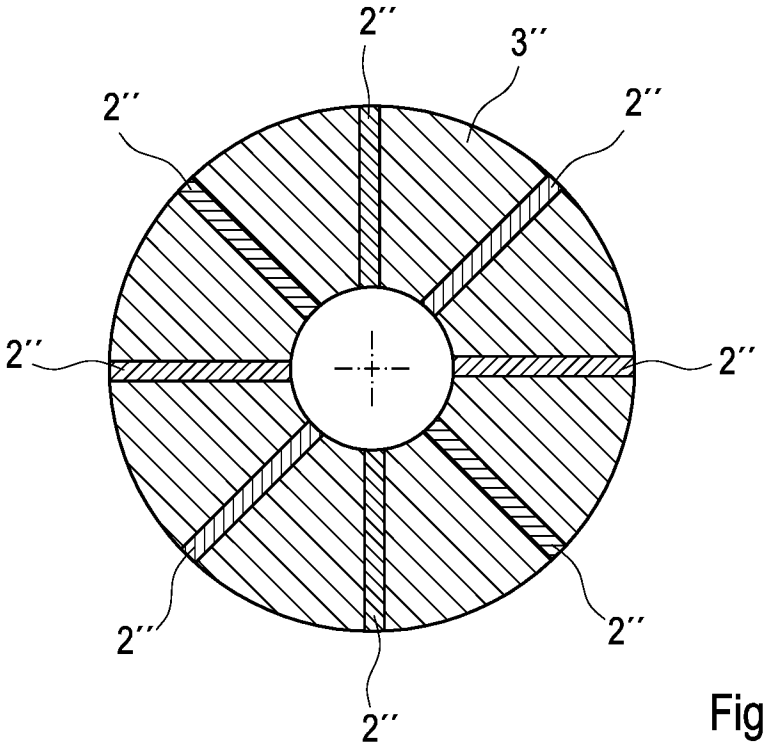


Fig. 4 a

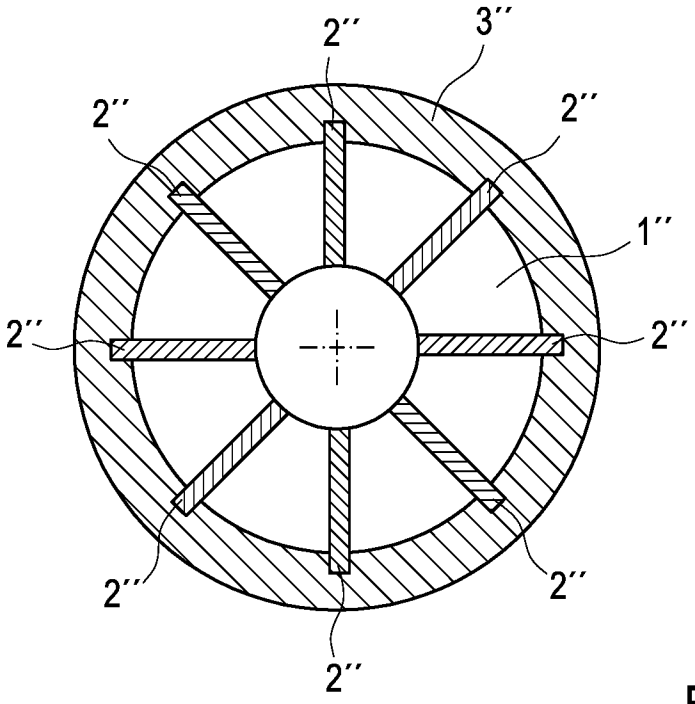


Fig. 4 b

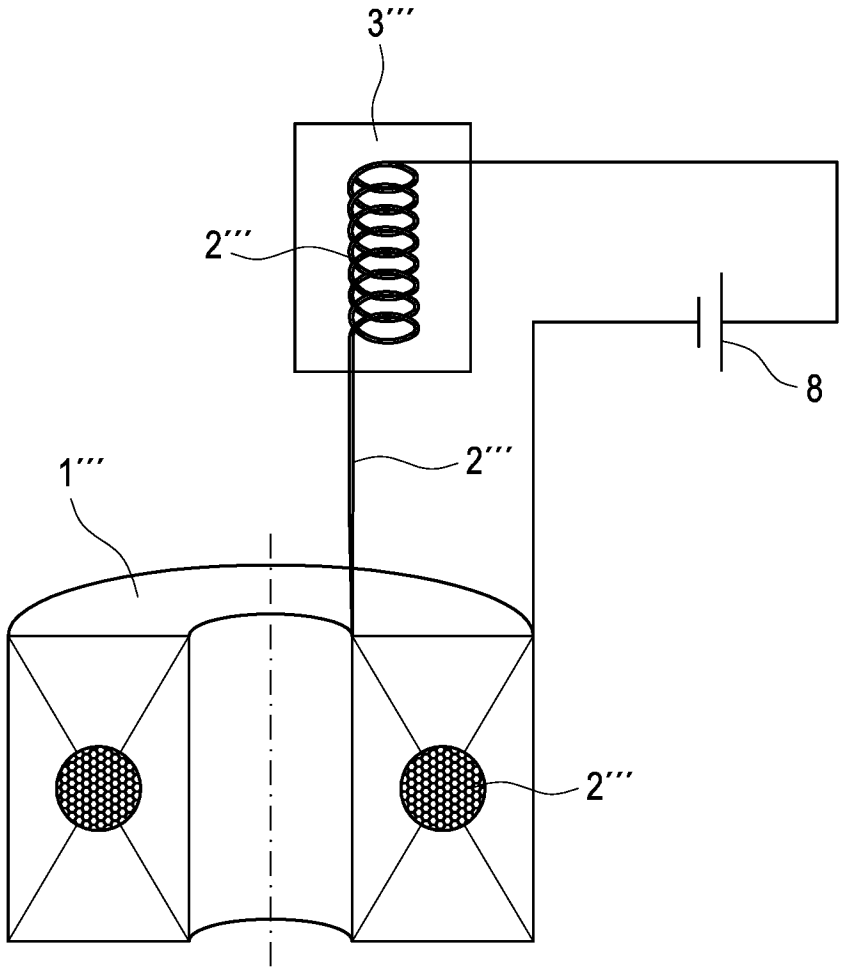


Fig. 5

ERSATZBLATT (REGEL 26)

	Sättigungs-temperatur @ 1 bar (°C)	Sättigungs-druck @ 22° (bar)	Tripel-punkt (°C)	Krit. Temp. (°C)	Krit. Druck (bar)	22°C				Latente Wärme @ 25°C (KJ kg^{-1})	Spezifische Wärmekapa-zität @ 25°C (J/K kg^{-1})	Durchschlags-festigkeit für einen 0,25 cm Spalt (kV)	Dielek-trizitäts-konstante	Global Warming Potential
						Dichte-verhältnis	Viskosität @ x=4 (µPas)	Flüssigkeits-viskosität (µPas)	Flüssigkeits-dichte (kg m^{-3})					
R134a	26.4	6.08	103.3	101.1	40.59	41.2	126.0	202.3	1218.0	177.8	1424.6	6.6	~10	1320
R1233zd (E)	18.4	1.14	-78.0	165.6	37.72	201.9	289.6	475.4	1295.0	191.1	1161.2	N/A	N/A	5
R1234yf	-29.7	6.18	-53.2	94.8	32.66	32.1	107.7	171.3	1107.4	143.9	1379.7	N/A	N/A	4
R1234ze	-18.5	4.45	-104.5	109.6	36.81	49.1	130.7	209.6	1165.5	167.1	1388.7	11.7	N/A	6
R236fa	-1.75	2.46	-93.6	124.9	32	82.2	182.2	296.5	1369.8	145.9	1264.4	N/A	1.02	6300
R245fa	14.8	1.32	-102.1	154.1	154.1	175.2	258.0	423.3	1346.6	190.3	1322.1	N/A	~6	1020
Novec 649	49	0.35	-108*	169.0	18.8	371.2	N/A	608.0	1610.5	88.0	1103.0	>40	1.80	1
Novec 7000	34	0.57	122*	165.0	24.8	291.2	N/A	427.5	1409.2	142.0	1300.0	~40	7.40	420
Novec 7100	61	0.24	-135*	195.0	22.3	N/A	N/A	551.0	1488.4	112.0	1183.0	~40	7.40	297
Novec 7200	70	0.14	-138*	210.0	20.1	N/A	N/A	551.0	1430.4	119.0	1220.0	~40	7.30	59
Novec 7300	98	0,05	-38*	243.0	18.8	N/A	N/A	1121.0	1663.4	102.0	1140.0	~40	6.10	210
Novec 7500	128	0.02	-100*	261.0	15.5	N/A	N/A	1178.0	1619.9	89.0	1128.0	~40	5.80	90
Novec 774	74	0.14	78*	195.0	17.1	N/A	N/A	826.5	1767.6	90.0	1130.0	>40	1.90	1
FC 72	56	0.27	90*	176.0	18.3	439.6	245.2	608.0	1682.6	88.0	1100.0	38	1.75	7400
FC 43	174	0.0016	-50*	294.0	11.3	N/A	N/A	4465.0	1865.0	70.0	1100.0	42	1.90	10000
FC 70	215	0.0002	-25*	334.9	10.3	N/A	N/A	22800.0	1941.5	69.0	1100.0	40	1.98	8900
FC 3283	128	0.0121	-50*	235.0	12.2	N/A	N/A	1330.0	1794.0	78.0	1100.0	43	1.89	8690
Wasser	100	0.0265	0.0	374.0	220.64	43206.9	538.0	890.1	1000.0	2441.7	4181.6	~170**	80**	0
CO_2 (R744)		60.0	56.6	31.0	73.8	3.6	45.1	62.7	750.8	119.7	6457.4	N/A	~1.5	1
Ethanol	77.9	0.067	-114.2	240.8	61.5	6263.2	693.0	1149.2	787.9	921.6	2573.9	N/A	24.3	—
Methanol	64.1	0.145	-97.5	239.5	81.0	4071.3	344.5	567.8	789.1	1169.0	2534.6	N/A	33.1	—

* Pourpoint ** destilliertes Wasser

Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/025040

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01F27/28 G03F7/20 H02K3/24
ADD. H01F27/18

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)
H01F G03F H02K

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 Y	US 2005/285451 A1 (KUBO HIROYOSHI [JP] ET AL) 29 December 2005 (2005-12-29) abstract page 1, paragraph 3-10 page 4, paragraph 67 - page 5, paragraph 80 page 7, paragraph 97 - page 8, paragraph 109 page 9, paragraph 117-119 page 10, paragraphs 127,128 figures 1-12	1,6,8, 11-13 2-5,7,9, 10

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
2 October 2015	09/10/2015

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Kardinal, Ingrid

3

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 2004/218166 A1 (VREUGDEWATER PATRICIA [NL] ET AL) 4 November 2004 (2004-11-04) abstract page 2, paragraph 13 - page 3, paragraph 27 page 4, paragraph 53 - page 5, paragraph 61 examples 1-7	1,6,8, 11-13 2-5,7,9, 10
Y	US 2004/032170 A1 (TAMAI MASAFUMI [JP] ET AL) 19 February 2004 (2004-02-19) abstract page 4, paragraph 52 - page 5, paragraph 74 figures 1,2,3,4	2,3,9,10
Y	EP 0 498 897 A1 (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD [JP]) 19 August 1992 (1992-08-19) abstract column 1, line 12 - column 3, line 45 figures 1,2,3,5	2-5,7
Y	EP 1 852 956 A1 (KLINGER FRIEDRICH PROF DR-ING [DE]) 7 November 2007 (2007-11-07) abstract; figures 1,2	2-5,7,9, 10

3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2015/025040

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2005285451 A1	29-12-2005	NONE	
US 2004218166 A1	04-11-2004	CN 1530749 A	22-09-2004
		EP 1457827 A1	15-09-2004
		JP 4334376 B2	30-09-2009
		JP 2004343064 A	02-12-2004
		KR 20040080355 A	18-09-2004
		SG 146423 A1	30-10-2008
		TW I242235 B	21-10-2005
		US 2004218166 A1	04-11-2004
US 2004032170 A1	19-02-2004	KR 20030059820 A	10-07-2003
		TW I245482 B	11-12-2005
		US 2004032170 A1	19-02-2004
		WO 0243228 A1	30-05-2002
EP 0498897 A1	19-08-1992	EP 0498897 A1	19-08-1992
		US 5349131 A	20-09-1994
		WO 9204722 A1	19-03-1992
EP 1852956 A1	07-11-2007	DE 112007001652 A5	16-04-2009
		EP 1852956 A1	07-11-2007
		EP 2016663 A1	21-01-2009
		WO 2007128275 A1	15-11-2007

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2015/025040

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01F27/28 G03F7/20 H02K3/24
ADD. H01F27/18

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01F G03F H02K

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 Y	US 2005/285451 A1 (KUBO HIROYOSHI [JP] ET AL) 29. Dezember 2005 (2005-12-29) Zusammenfassung Seite 1, Absatz 3-10 Seite 4, Absatz 67 - Seite 5, Absatz 80 Seite 7, Absatz 97 - Seite 8, Absatz 109 Seite 9, Absatz 117-119 Seite 10, Absätze 127,128 Abbildungen 1-12 -----	1,6,8, 11-13 2-5,7,9, 10
X Y	US 2004/218166 A1 (VREUGDEWATER PATRICIA [NL] ET AL) 4. November 2004 (2004-11-04) Zusammenfassung Seite 2, Absatz 13 - Seite 3, Absatz 27 Seite 4, Absatz 53 - Seite 5, Absatz 61 Beispiele 1-7 ----- -/--	1,6,8, 11-13 2-5,7,9, 10

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
2. Oktober 2015	09/10/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Kardinal, Ingrid

3

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2004/032170 A1 (TAMAI MASAFUMI [JP] ET AL) 19. Februar 2004 (2004-02-19) Zusammenfassung Seite 4, Absatz 52 - Seite 5, Absatz 74 Abbildungen 1,2,3,4	2,3,9,10
Y	EP 0 498 897 A1 (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD [JP]) 19. August 1992 (1992-08-19) Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 12 - Spalte 3, Zeile 45 Abbildungen 1,2,3,5	2-5,7
Y	EP 1 852 956 A1 (KLINGER FRIEDRICH PROF DR-ING [DE]) 7. November 2007 (2007-11-07) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2	2-5,7,9, 10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2015/025040

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2005285451 A1	29-12-2005	KEINE	
US 2004218166 A1	04-11-2004	CN 1530749 A	22-09-2004
		EP 1457827 A1	15-09-2004
		JP 4334376 B2	30-09-2009
		JP 2004343064 A	02-12-2004
		KR 20040080355 A	18-09-2004
		SG 146423 A1	30-10-2008
		TW I242235 B	21-10-2005
		US 2004218166 A1	04-11-2004
US 2004032170 A1	19-02-2004	KR 20030059820 A	10-07-2003
		TW I245482 B	11-12-2005
		US 2004032170 A1	19-02-2004
		WO 0243228 A1	30-05-2002
EP 0498897 A1	19-08-1992	EP 0498897 A1	19-08-1992
		US 5349131 A	20-09-1994
		WO 9204722 A1	19-03-1992
EP 1852956 A1	07-11-2007	DE 112007001652 A5	16-04-2009
		EP 1852956 A1	07-11-2007
		EP 2016663 A1	21-01-2009
		WO 2007128275 A1	15-11-2007