

(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
25. Juni 2020 (25.06.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/126561 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 23/367 (2006.01) H01L 23/467 (2006.01)
H01L 23/473 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/084045

(22) Internationales Anmeldedatum:
06. Dezember 2019 (06.12.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 221 951.6
17. Dezember 2018 (17.12.2018) DE

(71) Anmelder: **ROLLS-ROYCE DEUTSCHLAND LTD & CO KG** [DE/DE]; Eschenweg 11, OT Dahlewitz, 15827 Blankenfelde-Mahlow (DE).

(72) Erfinder: **BUCHERT, Stanley**; c/o Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG, Eschenweg 11, 15827 Blankenfelde-Mahlow (DE). **WALTRICH, Uwe**; c/o Rolls-Royce

Deutschland Ltd & Co KG, Eschenweg 11, 15827 Blankenfelde-Mahlow (DE). **ZANGARO, Antonio**; c/o Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG, Eschenweg 11, 15827 Blankenfelde-Mahlow (DE).

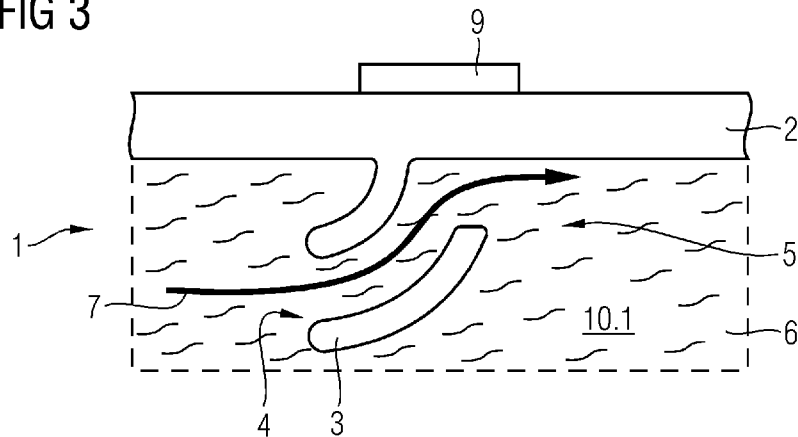
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: TUBULAR COOLING FINNS AND USE THEREOF

(54) Bezeichnung: ROHRFÖRMIGE KÜHLRIPPEN UND DEREN ANWENDUNG

FIG 3



(57) Abstract: The invention relates to a device (1) for cooling components (9), said device having a main body (2) and at least one cooling fin (3) formed in the main body (2), around which cooling fin a cooling medium (6) can flow, said cooling fin (3) being of tubular design and having a first opening (4) and a second opening (5), the cooling fin (3) and the first and second opening (4, 5) being designed to allow the cooling medium (6) to flow in part into the cooling fin (3) through the first opening (4) and out from the cooling fin (3) through the second opening (5). A power converter (12) having a device (1) of this kind and also an aircraft (11) comprising a power converter (12) are also described.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung gibt eine Vorrichtung (1) zur Kühlung von Bauteilen (9) an, aufweisend einen Grundkörper (2) und mindestens eine in dem Grundkörper (2) ausgebildete Kühlrippe (3), die von einem Kühlmedium (6) umströmt werden kann, wobei die Kühlrippe (3) rohrförmig ausgebildet ist und eine erste Öffnung (4) und eine zweite Öffnung (5) aufweist, wobei die Kühlrippe (3) sowie die erste und zweite Öffnung (4, 5) ausgebildet sind, teilweise das Kühlmedium (6) durch die erste Öffnung (4) in die Kühlrippe (3) und durch die zweite Öffnung (5) aus der Kühlrippe (3) ströme zu lassen. Ein Stromrichter (12) mit einer derartigen Vorrichtung (1) sowie ein Luftfahrzeug (11) mit einem Stromrichter (12) werden ebenfalls angegeben.

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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)*

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Beschreibung

Rohrförmige Kühlrippen und deren Anwendung

5 Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Kühlung von Bauteilen, insbesondere von leistungselektronischen Bauelementen, mit einem Grundkörper und in dem Grundkörper ausgebildete Kühlrippen, die von einem Kühlmedium umströmt werden können. Die Erfindung betrifft auch einen Stromrichter und ein Luftfahrzeug mit einer derartigen Vorrichtung.

15 Hintergrund der Erfindung

Von modernen elektronischen Baugruppen, insbesondere der Leistungselektronik, wird eine immer höhere Leistungsdichte gefordert. Besonders in Bezug auf stark lokale Erwärmungsphänomene (sogenannte „Hotspots“) wird eine Entwärmungsstrategie benötigt. Mit einer verbesserten Kühlung, insbesondere einer Flüssigkeitskühlung einer definierten Kühlstruktur, kann entweder mehr Robustheit oder eine höhere Leistung der Elektronik verwirklicht werden.

25 Bisher wurden vereinfachte Kühlstrukturen, z.B. Pin-Fin (= zylinderförmige Kühlrippen) oder Kühlrippen Designs verwendet. Diese erreichen bei einer definierten Anströmung einen begrenzten Entwärmungsstrom.

30 Kühler mit Pin-Fins haben sich u.a. in der Automobilbranche etabliert. Diese haben bei einer guten Kühlung vergleichsweise einen niedrigen Druckabfall (z.B. 6 bis 8 Liter/Minute, 100 mbar). Sie sind vergleichsweise klein, leicht und robust und können auch mit Öl als Kühlmittel betrieben werden. Pin-Fin Kühler werden heutzutage in eine vom Kühlmedium durchströmte Kavität eingesetzt und schließen/dichten diese nach oben hin ab.

In der nachveröffentlichten Patentanmeldung DE 10 2018 216 859.8 wird eine Anordnung mit zylinderförmigen Kühlrippen zur Kühlung von Bauteilen ausführlich beschrieben.

5 Zusammenfassung der Erfindung

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Lösung anzugeben, durch die die Kühlung von Bauteilen, insbesondere von elektrischen und elektronischen Bauelementen, im Vergleich zum Stand der
10 Technik verbessert wird.

Die Erfindung ergibt sich aus den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche. Weitere Merkmale,
15 Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung.

In einem ersten Aspekt der Erfindung wird durch einen röhrenförmigen, teilweise offenen Aufbau (= „Röhrchen“) der Pin-Fins (= zylinderförmige Kühlrippen), die insbesondere durch einen 3D-Druck hergestellt werden können, eine Verbesserung der Kühlrippenkühlleistung um mehr als 5% erzielt. Der rohrförmige Aufbau der Pin-Fins vergrößert die Kühlfläche an den Pin-Fins und verbessert somit die Kühlleistung der Pin-Fins.
20 Durch den Einsatz bionischer Designansätze, wobei die Strömung des Kühlmediums optimiert wird, kann die Kühlleistung noch weiter verbessert werden.

Die Erfindung beansprucht eine Vorrichtung zur Kühlung von Bauteilen, aufweisend einen Grundkörper und in dem Grundkörper ausgebildete Kühlrippen, die von einem Kühlmedium umströmbar sind, wobei die Kühlrippen rohrförmig ausgebildet sind und eine erste Öffnung und eine zweite Öffnung aufweisen, wobei die Kühlrippe sowie die erste und zweite Öffnung
30 ausgebildet sind, teilweise das Kühlmedium durch die erste Öffnung in die Kühlrippe, d.h. in das Innere der Kühlrippe, und durch die zweite Öffnung aus der Kühlrippe strömen zu

lassen. Der Grundkörper ist vorzugsweise aus Metall, Keramik oder einem Verbundmaterial gebildet.

Die Erfindung bietet den Vorteil, dass die Kühlleistung von
5 Kühlern verbessert wird.

In einer Weiterbildung kann die erste Öffnung durch das dem Grundkörper abgewandte Rohrende gebildet werden, wodurch ein
10 optimales Einströmverhalten erreicht wird.

In einer weiteren Ausgestaltung kann die zweite Öffnung in der Wandung der Kühlrippe ausgebildet sein, wodurch ein druckabfallarmes Ausströmen des Kühlmediums erreicht wird.

15 In einer Weiterbildung kann die Kühlrippe gebogen ausgebildet sein, wobei die erste Öffnung gegen und die zweite Öffnung in Strömungsrichtung des Kühlmediums zeigt. Dadurch wird die Kühlleistung der Kühlrippe optimiert.

20 In einer Weiterbildung ist der Durchmesser der Kühlrippe bevorzugt kleiner 3 mm.

In einer weiteren Ausführungsform kann in dem Grundkörper eine Vielzahl von zueinander beabstandeten Kühlrippen ausgebildet
25 sein.

In einer weiteren Ausbildung kann der Grundkörper nahe der zweiten Öffnung eine ausgebildete Kavität aufweisen, die ausgebildet ist, den Strömungswiderstand und den thermischen Widerstand in der Kühlrippe zu verringern. Dadurch wird die
30 Kühlleistung weiter verbessert.

In einer Weiterentwicklung kann die Form der Kavität nach Gesichtspunkten der Bionik ermittelt sein.

35 In einer weiteren Ausgestaltung kann der Grundkörper plattenförmig ausgebildet sein und die Kühlrippen können aus dem Grundkörper ragen.

In einer weiteren Ausgestaltung können die Kühlrippen vermehrt und bevorzugt unterhalb von Wärmequellen (= Hotspots) angeordnet sein. Dadurch sitzen die Kühlrippen in der Nähe
5 der Wärmequellen und können optimal die Wärme abführen.

Ein weiterer Aspekt betrifft den Einsatz der Kühlvorrichtung in einem Stromrichter.

10 Die Erfindung beansprucht einen Stromrichter, insbesondere einen Umrichter, mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Kühlung einer Leistungselektronik. Dadurch kann die Kühlung eines Stromrichters verbessert werden.

15 Als Umrichter, auch Inverter genannt, wird ein Stromrichter bezeichnet, der aus einer Wechselspannung oder Gleichspannung eine in der Frequenz und Amplitude veränderte Wechselspannung erzeugt. Häufig sind Umrichter als AC/DC-DC/AC-Umrichter oder DC/AC-Umrichter ausgebildet, wobei aus einer Eingangswchsel-
20 spannung oder einer Eingangsgleichspannung über einen Gleichspannungszwischenkreis und getakteten Halbleitern eine Ausgangswchselspannung erzeugt wird.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft die Anwendung des
25 Stromrichters mit Kühlvorrichtung in einem Luftfahrzeug.

Die Erfindung beansprucht ein Luftfahrzeug, insbesondere ein Flugzeug, mit einem erfindungsgemäßen Stromrichter zur elektrischen Versorgung einer elektrischen Schuberzeugungseinheit.
30

In einer Weiterbildung kann das Luftfahrzeug einen durch den Stromrichter mit elektrischer Energie versorgten Elektromotor und einen durch den Elektromotor in Rotation versetzbaren
35 Propeller aufweisen.

Unter Luftfahrzeug wird jede Art von fliegendem Fortbewegungs- oder Transportmittel, sei es bemannt oder unbemannt, verstanden.

- 5 Weitere Besonderheiten und Vorteile der Erfindung werden aus den nachfolgenden Erläuterungen eines Ausführungsbeispiels anhand von schematischen Zeichnungen ersichtlich.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

10

Es zeigen:

Fig. 1 eine Vorderansicht einer Vorrichtung zur Kühlung,

- 15 Fig. 2 eine Rückansicht einer Vorrichtung zur Kühlung,

Fig. 3 eine Schnittansicht einer Vorrichtung zur Kühlung,

Fig. 4 eine räumliche Ansicht einer Vorrichtung zur Kühlung,

20

Fig. 5 eine Schnittansicht einer Vorrichtung zum Kühlen mit einer Kavität,

Fig. 6 ein Blockschaltbild eines Stromrichters mit einer Vorrichtung zum Kühlen und

25

Fig. 7 ein Luftfahrzeug mit einer elektrischen Schuberzeugungseinheit.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

30

Fig. 1 bis Fig. 5 zeigen Ansichten von Vorrichtungen 1 zur Kühlung einer Wärmequelle 9, beispielsweise eines elektrischen Bauteils, insbesondere eines Leistungshalbleiters. In einem Grundkörper 2 sind rohrförmige Kühlrippen 3 (auch als „Pin-Fins“ bezeichnbar) ausgebildet. Dargestellt ist der Übersicht wegen nur eine Kühlrippe 3. Die Wärmequelle 9 sitzt auf der Oberseite des Grundkörpers 2, der die von der Wärme-

35

quelle 9 abgegebene Wärme zumindest teilweise aufnimmt und diese direkt an ein Kühlmedium 6, das in einem Kühlkanals (dargestellt durch seinen Querschnitt 10) strömt, abgibt. Bevorzugt ist die Kühlrippe 3 unterhalb der Wärmequelle 9 angeordnet. Der Grundkörper 2 ist vorzugsweise plattenförmig ausgebildet und kann aus Metall oder einer Keramik gebildet sein. Vorzugsweise werden die Kühlrippen mittels 3D-Druck hergestellt.

10 Die rohrförmige Kühlrippe 3 besitzt eine erste Öffnung 4 (= Einströmöffnung), die gegen die Strömungsrichtung 7 des Kühlmediums 6 ausgerichtet ist. Bevorzugt ist die erste Öffnung 4 die Rohröffnung der Kühlrippe 3 und die Kühlrippe 3 derart gebogen ausgebildet, dass die erste Öffnung frontal von dem
15 Kühlmedium 6 getroffen wird. Durch eine zweite Öffnung 5 (= Ausströmöffnung) in der Wandung der Kühlrippe 3 kann das Kühlmedium 6 das Innere der Kühlrippe 3 wieder verlassen, was durch den Verlauf der Strömungsrichtung 7 in Fig. 2 und Fig. 3 angedeutet ist.

20 Die zweite Öffnung 5 zum Austritt des Kühlmediums 6 aus dem Inneren der Kühlrippe 3 ist möglichst nahe an der Unterseite des Grundkörper 2 ausgebildet, damit das Kühlmedium 6 möglichst lange im Inneren der Kühlrippe 2 strömen kann.

25 In Fig. 4 ist der Verlauf der Strömung 7 um die Kühlrippe 2 angedeutet. Durch diese Art der Vorrichtung zum Kühlen fließt ein Teil des Kühlmediums 6 durch die Kühlrippe 2 und ein Teil um die Kühlrippe 4 herum.

30 Um das Strömungsverhalten des Kühlmediums 6 zu optimieren und damit den Wärmeeintrag in das Kühlmedium 6 zu erhöhen, wird die Biegung der Kühlrippe 3 nach Gesichtspunkten der Bionik gestaltet. Außerdem kann durch eine entsprechende Kavität 8
35 an der zweiten Öffnung 5 der Druckabfall im Inneren der Kühlrippe 3 verringert werden und der Wärmeeintrag in das Kühlmedium 6 wird durch eine Vergrößerung der Oberfläche vergrößert.

Bert. Fig. 5 zeigt eine entsprechende Vorrichtung mit einer Kavität 8 in dem Grundkörper 2.

Fig. 6 zeigt ein Blockschaltbild eines Stromrichters 12, insbesondere ein Umrichter, mit einer Kühlvorrichtung 1 gemäß Fig. 1 bis Fig. 5.

Fig. 7 zeigt ein elektrisches oder hybrid-elektrisches Luftfahrzeug 11, insbesondere ein Flugzeug, mit einem Stromrichter 12 gemäß Fig. 6, der einen Elektromotor 13 mit elektrischer Energie versorgt. Der Elektromotor 14 treibt einen Propeller 14 an. Beide sind Teil einer elektrischen Schuberzeugungseinheit 15.

Obwohl die Erfindung im Detail durch die Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, ist die Erfindung durch die offenbarten Beispiele nicht eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann daraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

1	Kühlvorrichtung
2	Grundkörper
3	Kühlrippe
4	Erste Öffnung
5	Zweite Öffnung
6	Kühlmedium
7	Strömungsrichtung
8	Kavität
9	Wärmequelle
10	Querschnitt eines Kühlkanals
11	Luftfahrzeug
12	Stromrichter
13	Elektrische Schuberzeugungseinheit
14	Elektromotor
15	Propeller

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Kühlung von Bauteilen (9), aufweisend:
- einen Grundkörper (2) und
5 - mindestens eine in dem Grundkörper (2) ausgebildete Kühl-
rippe (3), die von einem Kühlmedium (6) umströmbar ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kühlrippe (3) rohrförmig ausgebildet ist und eine
erste Öffnung (4) und eine zweite Öffnung (5) aufweist, wobei
10 die Kühlrippe (3) sowie die erste und zweite Öffnung (4, 5)
ausgebildet sind, teilweise das Kühlmedium (6) durch die ers-
te Öffnung (4) in die Kühlrippe (3) und durch die zweite Öff-
nung (5) aus der Kühlrippe (3) ströme zu lassen.
- 15 2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Öffnung (4) durch das dem Grundkörper (2) ab-
gewandte Rohrende gebildet wird.
- 20 3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite Öffnung (5) in der Wandung der Kühlrippe (3)
ausgebildet ist.
- 25 4. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kühlrippe (3) gebogen ausgebildet ist, wobei die
erste Öffnung (4) gegen und die zweite Öffnung (5) in Ström-
mungsrichtung (7) des Kühlmediumw (6) zeigt.
- 30 5. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Durchmesser der Kühlrippe (3) kleiner 3 mm ist.
- 35 6. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Grundkörper (2) eine Vielzahl von zueinander be-
abstandeten Kühlrippen (3) ausgebildet ist.

7. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch:

- eine in dem Grundkörper (2) nahe der zweiten Öffnung (5) ausgebildete Kavität (8), die ausgebildet ist, den Strömungswiderstand und den thermischen Widerstand in der Kühlrippe (3) zu verringern.

8. Vorrichtung (1) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Form der Kavität (8) nach Gesichtspunkten der Bionik ermittelt ist.

9. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundkörper (2) plattenförmig ausgebildet ist und die Kühlrippen (3) aus dem Grundkörper (2) ragen.

10. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlrippen (3) vermehrt unterhalb von Wärmequellen (9) angeordnet sind.

11. Stromrichter (12) mit einer Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Kühlung einer Leistungselektronik.

12. Stromrichter (12) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Stromrichter (12) ein Umrichter ist.

13. Luftfahrzeug (11) mit einem Stromrichter (12) nach Anspruch 11 oder 12 zur elektrischen Versorgung einer elektrischen Schuberzeugungseinheit (13).

14. Luftfahrzeug (11) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Luftfahrzeug (11) ein Flugzeug ist.

15. Luftfahrzeug (11) nach Anspruch 13 und 14,
gekennzeichnet durch:

- einen durch den Stromrichter (12) mit elektrischer Energie
5 versorgten Elektromotor (14) und
- einen durch den Elektromotor (14) in Rotation versetzbaren
Propeller (15).

FIG 1

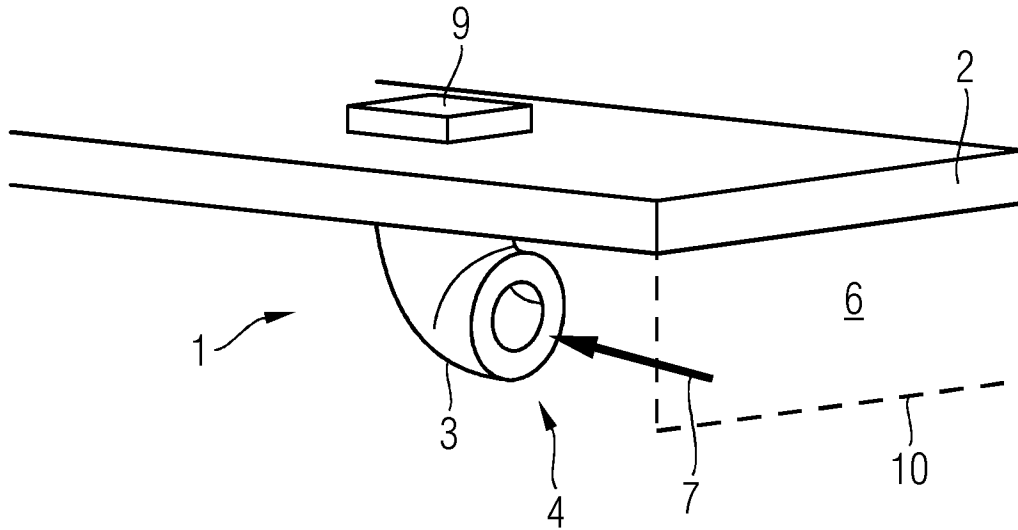


FIG 2

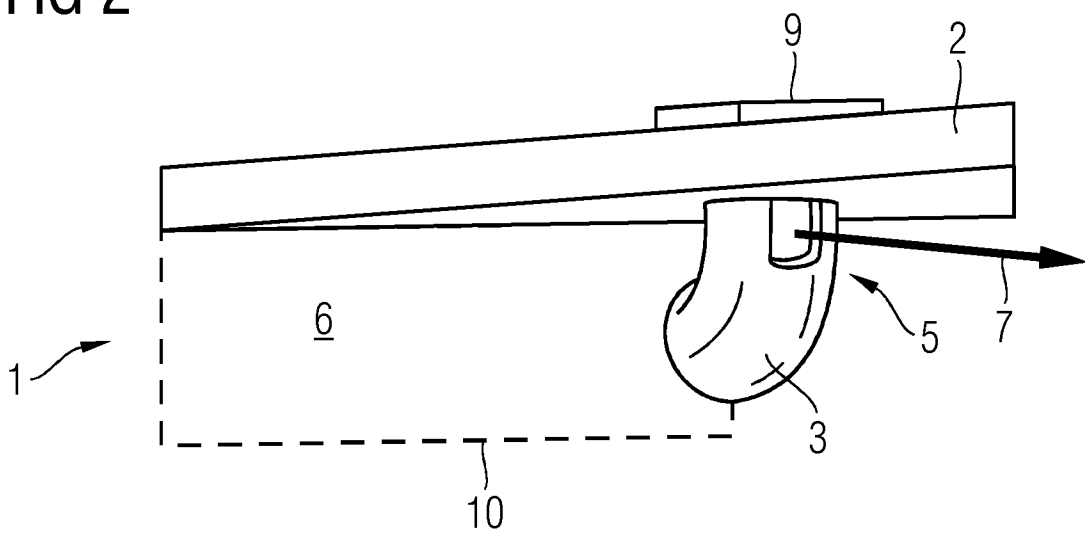


FIG 3

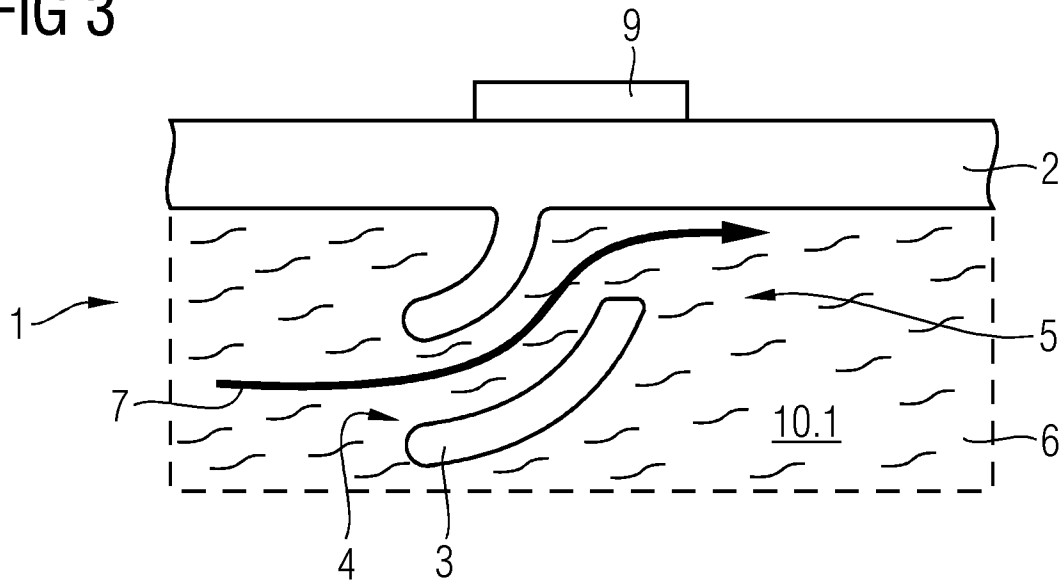


FIG 4

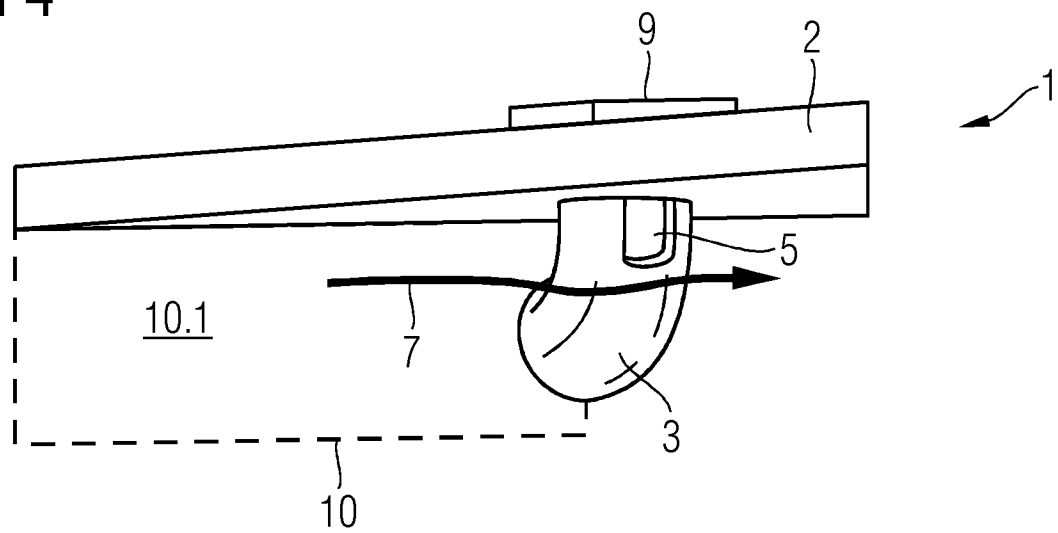


FIG 5

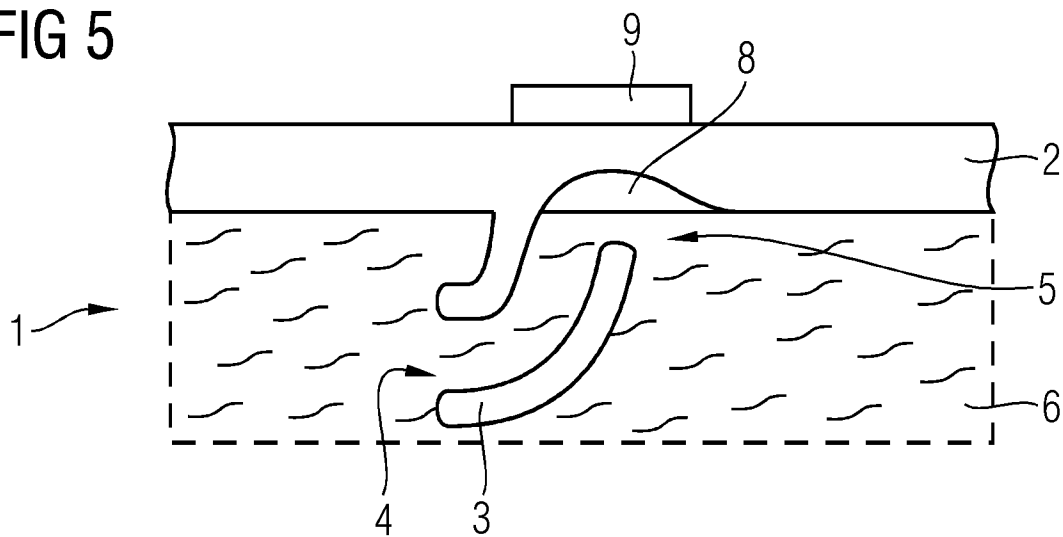


FIG 6

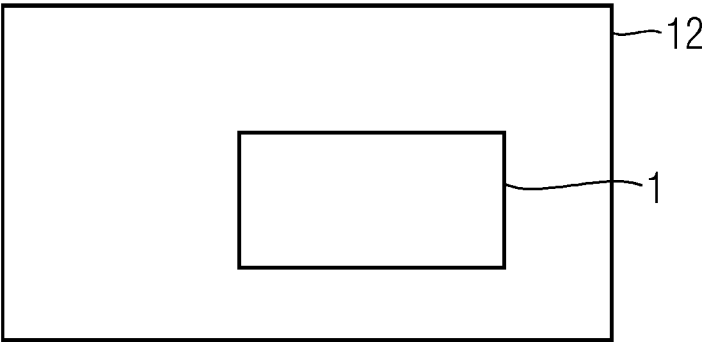
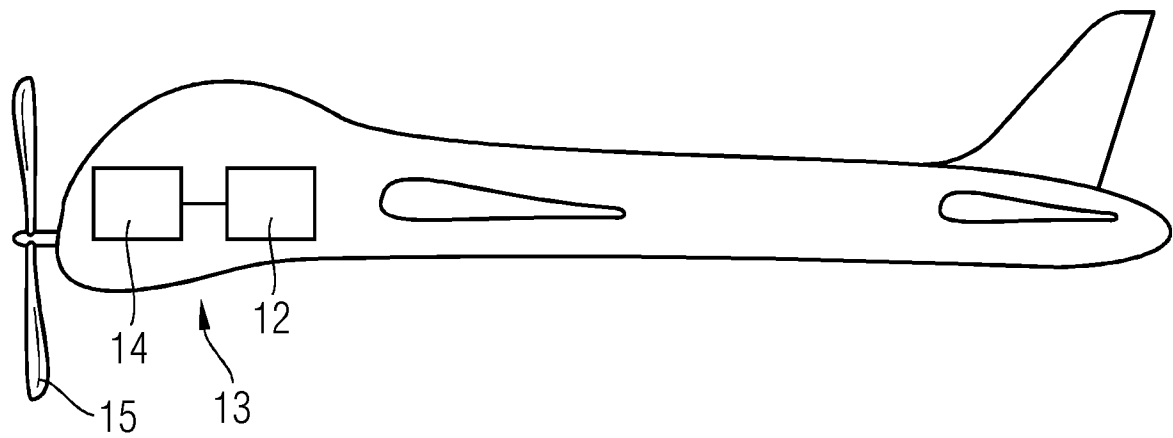


FIG 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/084045

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 23/367**(2006.01)i; **H01L 23/473**(2006.01)i; **H01L 23/467**(2006.01)n

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)

H01L

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

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 5781411 A (FEENSTRA SEAN D [US]) 14 July 1998 (1998-07-14) figures column 1, line 60 - column 2, line 8 column 3, line 11 - line 16 column 4, line 1 - column 5, line 18	1,3,6,9,10 2,11-15
X Y	US 2016341492 A1 (WATANABE HIDEMITSU [JP] ET AL) 24 November 2016 (2016-11-24) figures paragraph [0007] paragraph [0037] - paragraph [0044]	1,3,6,9,10 2,11-15
X Y	EP 2291859 A1 (BRUSA ELEKTRONIK AG [CH]) 09 March 2011 (2011-03-09) figures paragraph [0012] - paragraph [0029]	1,2,6,9,10 11-15
X Y	US 2005047105 A1 (GEDAMU ELIAS [CA] ET AL) 03 March 2005 (2005-03-03) figures paragraph [0017] - paragraph [0022]	1,2,6,9,10 11-15

☒ 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

11 March 2020

Date of mailing of the international search report

18 March 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Hofer-Weissenfels, C

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/084045**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 102012209807 A1 (SIEMENS AG [DE]) 12 December 2013 (2013-12-12) figures	11-15
A	DE 202011000830 U1 (GIRLICH DIETER [DE]) 05 August 2011 (2011-08-05) figures paragraph [0009] - paragraph [0027]	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/084045

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	5781411	A	14 July 1998	NONE			
US	2016341492	A1	24 November 2016	CN	106168364	A	30 November 2016
				JP	6503224	B2	17 April 2019
				JP	2016219575	A	22 December 2016
				US	2016341492	A1	24 November 2016
EP	2291859	A1	09 March 2011	CN	102067304	A	18 May 2011
				EP	2291859	A1	09 March 2011
				JP	5412511	B2	12 February 2014
				JP	2011525051	A	08 September 2011
				KR	20110043524	A	27 April 2011
				US	2010091457	A1	15 April 2010
				WO	2009153735	A1	23 December 2009
US	2005047105	A1	03 March 2005	GB	2406719	A	06 April 2005
				US	2005047105	A1	03 March 2005
DE	102012209807	A1	12 December 2013	CN	104364155	A	18 February 2015
				DE	102012209807	A1	12 December 2013
				EP	2844556	A1	11 March 2015
				HU	E028644	T2	28 December 2016
				US	2015151844	A1	04 June 2015
				WO	2013186009	A1	19 December 2013
DE	202011000830	U1	05 August 2011	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01L23/367 H01L23/473
 ADD. H01L23/467

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01L

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 781 411 A (FEENSTRA SEAN D [US]) 14. Juli 1998 (1998-07-14)	1,3,6,9, 10
Y	Abbildungen Spalte 1, Zeile 60 - Spalte 2, Zeile 8 Spalte 3, Zeile 11 - Zeile 16 Spalte 4, Zeile 1 - Spalte 5, Zeile 18 -----	2,11-15
X	US 2016/341492 A1 (WATANABE HIDEMITSU [JP] ET AL) 24. November 2016 (2016-11-24)	1,3,6,9, 10
Y	Abbildungen Absatz [0007] Absatz [0037] - Absatz [0044] -----	2,11-15
X	EP 2 291 859 A1 (BRUSA ELEKTRONIK AG [CH]) 9. März 2011 (2011-03-09)	1,2,6,9, 10
Y	Abbildungen Absatz [0012] - Absatz [0029] -----	11-15
	-/-	



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

11. März 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/03/2020

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

Hofer-Weissenfels, C

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2005/047105 A1 (GEDAMU ELIAS [CA] ET AL) 3. März 2005 (2005-03-03)	1,2,6,9,10
Y	Abbildungen Absatz [0017] - Absatz [0022] -----	11-15
Y	DE 10 2012 209807 A1 (SIEMENS AG [DE]) 12. Dezember 2013 (2013-12-12) Abbildungen -----	11-15
A	DE 20 2011 000830 U1 (GIRLICH DIETER [DE]) 5. August 2011 (2011-08-05) Abbildungen Absatz [0009] - Absatz [0027] -----	1-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/084045

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5781411	A	14-07-1998	KEINE
US 2016341492	A1	24-11-2016	CN 106168364 A 30-11-2016 JP 6503224 B2 17-04-2019 JP 2016219575 A 22-12-2016 US 2016341492 A1 24-11-2016
EP 2291859	A1	09-03-2011	CN 102067304 A 18-05-2011 EP 2291859 A1 09-03-2011 JP 5412511 B2 12-02-2014 JP 2011525051 A 08-09-2011 KR 20110043524 A 27-04-2011 US 2010091457 A1 15-04-2010 WO 2009153735 A1 23-12-2009
US 2005047105	A1	03-03-2005	GB 2406719 A 06-04-2005 US 2005047105 A1 03-03-2005
DE 102012209807	A1	12-12-2013	CN 104364155 A 18-02-2015 DE 102012209807 A1 12-12-2013 EP 2844556 A1 11-03-2015 HU E028644 T2 28-12-2016 US 2015151844 A1 04-06-2015 WO 2013186009 A1 19-12-2013
DE 202011000830	U1	05-08-2011	KEINE