

(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
16. April 2020 (16.04.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/074300 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F04D 17/12 (2006.01) F25J 3/04 (2006.01)
F04D 25/04 (2006.01) F01D 15/08 (2006.01)
F04D 25/16 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/076409

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. September 2019 (30.09.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
18199514.3 10. Oktober 2018 (10.10.2018) EP

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Werner-von-Siemens-Straße 1, 80333 München
(DE).

(72) Erfinder: HERTWIG, Holger; Gustav-Albert-Straße 7A,
02708 Großschweidnitz (DE). PESCHEN, Manfred; Lin-

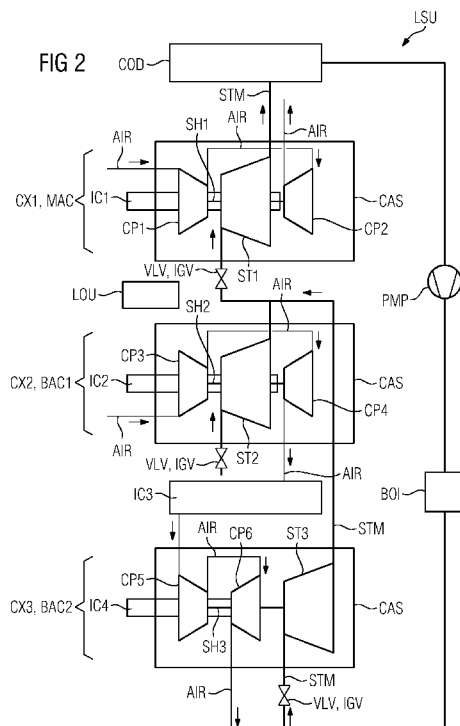
demer Str. 67, 52511 Geilenkirchen (DE). SCHLÜTER,
Lars; Im Utforter Feld 35, 47445 Moers (DE).

(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,
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,

(54) Title: AIR COMPRESSION SYSTEM FOR AN AIR SEPARATION PROCESS

(54) Bezeichnung: LUFTVERDICHTUNGSANLAGE FÜR EINE LUFTZERLEGUNG



(57) Abstract: The invention relates to an air compression system for an air separation process (LSU), comprising: - at least one main air compressor (MAC), - at least one booster air compressor (BAC), and - a first drive steam turbine (ST1) for driving at least the main air compressor (MAC), wherein the air compression system is designed such that an airflow (AIR) to be compressed enters the main air compressor (MAC) and is transferred to the booster air compressor(s) (BAC1, BAC2, BAC). In order to reduce investment costs, the invention proposes that the air compression system for an air separation process (LSU) comprises a second drive steam turbine (ST2) for driving the booster air compressor (BAC). The first drive steam turbine (ST1) and the main air compressor MAC have a common first shaft (SH1) so as to form a first compander (CX1), and the second drive steam turbine (ST2) and the booster air compressor BAC have a common second shaft (SH2) so as to form a second compander (CX2).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Luftverdichtungsanlage für eine Luftzerlegung (LSU) umfassend: - mindestens einen Hauptluftverdichter (MAC), - mindestens einen Booster-Luftverdichter (BAC), - eine erste Antriebsdampfturbine (ST1) zum Antrieb zumindest des Hauptluftverdichters (MAC), wobei die Luftverdichtungsanlage derart ausgebildet ist, dass ein zu verdichtender Luftstrom (AIR) in den Hauptluftverdichter (MAC) eintritt und weitergeleitet wird zu dem oder den Booster-Luftverdichtern (BAC1, BAC2, BAC). Zur Reduktion von Investitionskosten schlägt die Erfindung vor, dass die Luftverdichtungsanlage für eine Luftzerlegung (LSU) eine zweite Antriebsdampfturbine (ST2) zum Antrieb des Booster-Luftverdichters (BAC) umfasst, wobei die erste Antriebsdampfturbine (ST1) mit dem Hauptluftverdichter MAC einen ersten Kompander (CX1) bildend eine gemeinsame erste Welle (SH1) aufweist, wobei die zweite Antriebsdampfturbine (ST2) mit dem Booster-Luftverdichter BAC einen zweiten Kompander (CX2) bildend eine gemeinsame zweite Welle (SH2) aufweist.

WO 2020/074300 A1

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)

Beschreibung

Luftverdichtungsanlage für eine Luftzerlegung

- 5 Die Erfindung betrifft eine Luftverdichtungsanlage für eine Luftzerlegung (LSU) umfassend:
mindestens einen Hauptluftverdichter,
mindestens einen Booster-Luftverdichter,
mindestens eine erste Antriebsdampfturbine zum Antrieb zumin-
10 dest eines Verdichtermoduls des Hauptluftverdichters, wobei die Luftverdichtungsanlage derart ausgebildet ist, dass ein zu verdichtender Luftstrom in den Hauptluftverdichter eintritt und weitergeleitet wird zu dem oder den Booster-Luftverdichtern.
- 15 Aus der WO2011/141439-A1 ist bereits eine Anordnung mit einem mehrstufigen Getriebeverdichter insbesondere zur Luftzerlegung bekannt. Bei einem derartigen Kompressor-Strang einer Luftverdichtungsanlage für eine Luftzerlegung werden sehr
20 viele mechanische Komponenten, beispielsweise Getriebegehäuse mit Getriebeelementen und Kupplungen, etc., verwendet. Diese Bauteile dienen häufig nicht unmittelbar dem Zweck der Druckerhöhung eines Volumenstroms an Luft. Stattdessen sind diese Elemente notwendig, die eigentliche konstruktive Lösung zu
25 realisieren, insbesondere, die einzelnen Verdichter mit einer geeigneten Drehzahl zu betreiben. Viele dieser Bauteile erzeugen neben hohen Investitionskosten auch insbesondere mechanische Verlustleistungen, die in Form von Wärme abgeführt werden muss. Dementsprechend sind in der Regel großvolumige
30 Ölanlagen zur Schmierung von Lagern und auch zur Kühlung des Getriebeöls erforderlich.

Aus der FR 356 836 A und der WO 2017/065843 A1

- 35 Die Erfindung hat es sich ausgehend von den bekannten Problemen und Nachteilen des Standes der Technik im Bereich der Luftverdichtungsanlage für eine Luftzerlegung zur Aufgabe ge-

macht, Investitionskosten zu senken ohne den Wirkungsgrad derartiger Anlagen nennenswert zu verschlechtern.

Hierzu schlägt die Erfindung eine Luftverdichtungsanlage für
5 eine Luftzerlegung der eingangs definierten Art mit den zusätzlichen Merkmalen des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1 vor. Die rückbezogenen Unteransprüche betreffen vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

10 Ein Verdichtermodul im Sinne der Erfindung ist ein Verdichter oder eine Verdichterstufe und umfasst im Fall des Radialverdichters bzw. Zentrifugalverdichters mindestens ein Laufrad. Der Hauptluftverdichter und der Booster-Luftverdichter weisen jeweils mindestens ein Verdichtermodul auf, dass von der je-
15 weiligen Antriebsdampfturbine angetrieben wird.

Während eine Luftzerlegung einen sehr komplexen Verfahrensablauf aufweisen kann, beschäftigt sich die Erfindung im Wesentlichen mit der Verdichtung von Luft für eine Luftzerle-
20 gung, die den bestimmten Anforderungen einer Zerlegung von Luft genügen muss und mit dem Antrieb dieses Verdichtungs Vorgangs. Dem industriellen Standard folgend, ist es für einen Anbieter eine zwingende Voraussetzung, einen Hauptluftverdichter (main air compressor) und mindestens einen, bevorzugt
25 zwei sogenannte Booster-Luftverdichter (Booster Air Compressor BAC) bereitzustellen.

Besondere Vorteile der Erfindung ergeben sich insbesondere als eine Auflösung der Strang-Struktur mehrstufiger Getriebe-
30 verdichter, wie aus dem zitierten Stand der Technik bekannt. Der direkte Antrieb eines Verdichters mittels einer Dampfturbine - in dieser Beschreibung auch als Kompander (häufiger gebräuchlich in englisch: „Compander“) bezeichnet - führt zu einer besonders kompakten Baueinheit. Die Integration von ei-
35 ner antreibenden und einer abtreibenden Einheit in einem einzigen Modul - dem Kompander - vermeidet die Bereitstellung eines Getriebekastens und eines dort befindlichen Getriebes einschließlich der notwendigen Kupplungen und der dafür not-

wendigen Größe einer Ölanlage. Ein Großteil der mechanischen Verlustleistung wird insbesondere durch das im Stand der Technik erforderliche Getriebe bzw. Großgetriebe verursacht. Darüber hinaus ergibt sich durch die Erfindung eine besonders flexible Möglichkeit der individuellen Drehzahlregelung für
5 jeden einzelnen Kompander.

Weiterhin kann vorteilhaft für jeden einzelnen Kompander eine individuelle Drehzahl und ggf. eine eigene Drehzahlregelung
10 vorgesehen werden. Besonders zweckmäßig kann ein Eintrittsleitapparat, ein Düsengehäuse oder ein Eintrittsventil - ggf. mit einem Bypass um die Dampfturbine - für den zuströmenden Dampf für die jeweils antreibende Dampfturbine des Kompanders vorgesehen werden. Auf diese Weise kann eine individuelle
15 thermodynamische und mechanische Optimierung jedes Kompanders im Betrieb erfolgen.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die antreibenden ersten, zweiten oder weitere Dampfturbinen
20 mit einem ersten Kessel der Luftverdichtungsanlage für eine Luftzerlegung derart in fluidleitender Verbindung stehen, dass mittels des ersten Kessels erzeugter Dampf dem Antrieb der Antriebsdampfturbinen bzw. der Kompander dient.

Eine besondere Kompaktheit wird erreicht, wenn der Hauptluftverdichter und die erste Antriebsdampfturbine und/oder der
25 Booster-Luftverdichter und die zweite Dampfturbine jeweils ein gemeinsames Gehäuse miteinander aufweisen. Hierbei kann es sich um ein gemeinsames Außengehäuse oder ein gemeinsames
30 Innengehäuse oder beides handeln. Grundsätzlich ist auch eine nur einschalige Bauweise des Kompanders denkbar.

Besonders zweckmäßig ist eine Weiterbildung der Erfindung, bei der der erste Kompander und/oder der zweite Kompander in
35 einer axialen Abfolge entlang der jeweiligen Welle einen ersten Verdichter des Kompanders, die Antriebsdampfturbine einen zweiten Verdichter des Kompanders aufweist. Grundsätzlich ist es auch denkbar, dass die axiale Reihenfolge eine Nebeneinan-

der-Anordnung der beiden Verdichter vorsieht und eine Anordnung der Antriebsdampfturbine neben dieser Verdichter-Paarung.

- 5 Bevorzugt sind die Verdichter jeweils als ein einstufiger Radialverdichter ausgebildet.

Besonders zweckmäßig sieht eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung vor, dass der erste Verdichter und der zweite
10 Verdichter jeweils eine Zuströmung und eine Abströmung aufweisen, wobei die axiale Anordnung der Zuströmung und der Abströmung des ersten Verdichters und des zweiten Verdichters zueinander gegengleich ist und insbesondere die axiale Durchströmungsrichtung der beiden Verdichter zueinander entgegen-
15 gesetzt ausgerichtet ist. Der Begriff „axial“ ist hierbei auf die jeweilige Drehachse bzw. Wellenachse der als Turboverdichter ausgebildeten Verdichter bezogen. Dieser Bezug gilt – wenn es in dem jeweiligen Zusammenhang nicht anders definiert ist – vorliegend immer. Eine andere vorteilhafte Weiterbil-
20 dung der Erfindung sieht vor, dass zwischen dem Hauptluftverdichter und dem Booster-Luftverdichter ein erster Zwischenkühler zur Kühlung des verdichteten Luftstroms vorgesehen ist.

25 Eine andere vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass ein Luftstrom zur Verdichtung von dem Hauptluftverdichter zu dem Booster-Luftverdichter strömt und ein Dampfstrom diesem Luftstrom entgegengesetzt von der zweiten Antriebsdampfturbine zu der ersten Antriebsdampfturbine strömt. Dementsprechend hat
30 der den ersten Kompanter antreibende Dampf bzw. die erste Antriebsdampfturbine ein niedrigeres Druckniveau als der den zweiten Kompanter antreibende Dampf bzw. die zweite Antriebsdampfturbine. Ein besonderer Vorteil dieser Anordnung bei einem erfindungsgemäßen Einsatz von Kompantern besteht darin,
35 dass in den Kompantern zwischen der Dampfseite und der Luftseite nur reduzierte Druckdifferenzen auftreten, die mittels Dichtungen abzudichten sind.

Im Folgenden ist die Erfindung anhand eines speziellen Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigen:

5 Figuren 1, 2 jeweils eine schematische Darstellung eines
Flussdiagramms für eine erfindungsgemäße Luft-
verdichtungsanlage für eine Luftzerlegung.

Die Figuren 1 und 2 zeigen zwei unterschiedliche erfindungs-
10 gemäßige Ausführungen einer Luftverdichtungsanlage für eine
Luftzerlegung LSU schematisch als Flussdiagramm. Identisch
bezeichnete Bauteile bedeuten hierbei jeweils funktionsglei-
che Elemente.

Die in der Figur 1 dargestellte Luftverdichtungsanlage für eine Luftzerlegung LSU sieht einen Hauptluftverdichter MAC und einen Booster-Luftverdichter BAC vor. Der Hauptluftverdichter MAC des Ausführungsbeispiels der Figur 1 umfasst drei einzelne Kompander CX1, CX2, CX3 und der Booster-Luftverdichter BAC umfasst vier einzelne Kompander CX4 - CX7. Bei dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst der Hauptluftverdichter einen ersten Kompander CX1, der erste Booster-Luftverdichter BAC2 einen zweiten Kompander CX2 und ein zweiter Booster-Luftverdichter BAC2 einen dritten Kompander CX3. Während die in dem Ausführungsbeispiel der Figur 1 eingesetzten Kompander CX1 - CX7 alle nur einen einzigen Verdichter CP1 - CP7 aufweisen, weisen die in dem Ausführungsbeispiel der Figur 2 vorgesehenen Kompander CX1 - CX3 jeweils zwei Verdichter CP1 - CP6 auf. Sämtliche Kompander CX1 - CX7 in den beiden Ausführungsbeispielen weisen jeweils eine Antriebsdampfturbine ST1 - ST7 auf, die jeweils auf einer gemeinsamen Welle SH1 - SH7 mit den jeweiligen Verdichtern CP1 - CP7 angeordnet ist. Die jeweils einer einzigen Antriebsdampfturbine ST1 - ST7 zugeordneten Verdichter CP1 - CP7 werden in dem Begriffsverständnis dieser Beschreibung als Verdichtermodul bezeichnet.

Die einzelnen Kompander CX1 - CX7 weisen jeweils ein gemeinsames Gehäuse CAS für die Antriebsdampfturbine ST1 - ST7 und die jeweils auf der gemeinsamen Welle SH1 - SH7 angeordneten Verdichter CP1 - CP7 auf. Das gemeinsame Gehäuse CAS ist in
5 Figur 1 an einigen Kompandern nur beispielhaft eingezeichnet. Zur Versorgung der Wellenlagerung weist die Luftverdichtungsanlage für eine Luftzerlegung LSU eine gemeinsame Schmierölvorrichtung LOU auf. Zur Vereinfachung sind die einzelnen Wellenlager und entsprechende Versorgungsleitungen nicht wiedergegeben. Die einzelnen Antriebsdampfturbinen ST1 - ST7
10 werden mit Dampf STM beaufschlagt, wobei die Dampfmenge mittels eines Ventils VLV und/oder eines Eintrittsleitapparates IGV oder mittels einer vergleichbaren Vorrichtung stromaufwärts der Beschaufelung der Antriebsdampfturbine ST1 - ST7 geregelt ist. Auf diese Weise lässt sich die Drehzahl des jeweiligen Kompanders CX1 - CX7 regeln. Hierbei ist es ggf.
15 auch vorteilhaft, wenn - wie in Figur 1 dargestellt - nicht vor jeder einzelnen Antriebsdampfturbine ST1 - ST7 ein Ventil VLV oder ein Eintrittsleitapparat IGV vorgesehen ist.

20 Ein Luftstrom AIR tritt in den Hauptluftverdichter MAC ein und wird weitergeleitet zu dem oder den Booster-Luftverdichtern BAC1, BAC2, BAC. Vor dem Hauptluftverdichter, wie in Figur 2 dargestellt, kann eine erste Zwischenkühlung IC1 vorgesehen sein, um den Luftstrom AIR auf eine für
25 den Verdichtungsprozess vorteilhafte Eintrittstemperatur zu bringen. Besonders zweckmäßig ist zwischen den einzelnen Kompandern CX1 - CX7 jeweils eine Zwischenkühlung IC2, IC3, IC4 vorgesehen. In der Figur 1 sind die entsprechenden Zwischenkühlungen nur zwischen den einzelnen Kompandern CX1 - CX7
30 vorgesehen und bezeichnet mit I1 - I5. In nicht im einzelnen dargestellter Art und Weise kann die mittels der Zwischenkühlungen IC1 - IC4, I1 - I5 aus dem Luftstrom AIR abgeführte Wärme auch zur Erhitzung des Dampfes STM genutzt werden. Nach
35 Austritt aus der jeweils letzten Antriebsdampfturbine ST1 - ST7 des jeweils hinsichtlich des Dampfstroms STM zuletzt angeordneten Kompanders CX1 - CX7 ist ein Kondensator COD für den Kreislauf des Dampfes STM vorgesehen. In simplifizierter

Art und Weise ist in Figur 2 außerdem dargestellt, dass der Dampf STM stromabwärts des Kondensators COD von einer Pumpe PMP auf ein höheres Druckniveau gefördert wird, bevor ein Verdampfen und ein Überhitzen in einem Kessel BOI erfolgt.

- 5 Der Kessel BOI erzeugt den Dampf STM, der dem Antrieb der Antriebsdampfturbinen ST1 - ST7 dient.

Patentansprüche

1. Luftverdichtungsanlage für eine Luftzerlegung (LSU) umfassend:

- mindestens einen Hauptluftverdichter (MAC),
- mindestens einen Booster-Luftverdichter (BAC),
- mindestens eine erste Antriebsdampfturbine (ST1) zum Antrieb zumindest eines Verdichtermoduls des Hauptluftverdichters (MAC),

wobei die Luftverdichtungsanlage derart ausgebildet ist, dass ein zu verdichtender Luftstrom (AIR) in den Hauptluftverdichter (MAC) eintritt und weitergeleitet wird zu dem oder den Booster-Luftverdichtern (BAC1, BAC2, BAC), wobei die Luftverdichtungsanlage für eine Luftzerlegung (LSU) mindestens eine zweite Antriebsdampfturbine (ST2) zum Antrieb zumindest eines Verdichtermoduls des Booster-Luftverdichters (BAC) umfasst, wobei die erste Antriebsdampfturbine (ST1) mit dem Hauptluftverdichter (MAC) einen ersten Kompan-
bildend eine gemeinsame erste Welle (SH1) aufweist, wobei die zweite Antriebsdampfturbine (ST2) mit dem Booster-Luftverdichter (BAC) einen zweiten Kompan-
der (CX2) bildend eine gemeinsame zweite Welle (SH2) aufweist,

dadurch gekennzeichnet,
dass der erste Kompan-der (CX1) und/oder der zweite Kompan-der (CX2) in einer axialen Abfolge entlang der jeweiligen Welle (SH1, SH2)

- einen Verdichter (CP1 - CP7),
- eine Antriebsdampfturbine (ST1, ST2),
- einen Verdichter (CP1 - CP7)

aufweist.

2. Luftverdichtungsanlage für eine Luftzerlegung (LSU)
nach Anspruch 1,
wobei die erste Antriebsdampfturbine (ST1) und die
zweite Antriebsdampfturbine (ST2) jeweils mit einem ers-
ten Kessel (BOI) der Luftverdichtungsanlage für eine
Luftzerlegung (LSU) derart in fluidleitender Verbindung
stehen, dass mittels des ersten Kessels (BOI) erzeugter
Dampf (STM) dem Antrieb der ersten Antriebsdampfturbi-
ne (ST1) und der zweiten Antriebsdampfturbine (ST2)
dient.

3. Luftverdichtungsanlage für eine Luftzerlegung (LSU)
nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 1,
2,
wobei die der ersten Antriebsdampfturbine (ST1) zuge-
ordneten Verdichtermodule des Hauptluftverdich-
ters (MAC) und die erste Antriebsdampfturbine (ST1)
und/oder die der zweiten Antriebsdampfturbine (ST1) zu-
geordneten Verdichtermodule des Booster-
Luftverdichters (BAC) und die zweite Antriebsdampftur-
bine (ST2) jeweils ein gemeinsames Gehäuse aufweisen.

4. Luftverdichtungsanlage für eine Luftzerlegung (LSU)
nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
wobei der erste Verdichter (CP1) und der zweite Ver-
dichter (CP2) jeweils eine Zuströmung (INL) und eine
Abströmung (EXT) aufweisen,
wobei die axiale Anordnung der Zuströmung (INL) und der
Abströmung (EXT) des ersten Verdichters (CP1) und des
zweiten Verdichters (CP2) zueinander gegengleich sind
und die axiale Durchströmungsrichtung (MF1, MF2) der
beiden Verdichter (CP1, CP2) zueinander entgegengesetzt
sind.

5. Luftverdichtungsanlage für eine Luftzerlegung (LSU)
nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 1 -
4,
wobei zwischen dem Hauptluftverdichter (MAC) und dem
5 Booster-Luftverdichter (BAC) ein erster Zwischenküh-
ler (IC1) vorgesehen ist.
6. Luftverdichtungsanlage für eine Luftzerlegung (LSU)
nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 1 -
10 5,
wobei der erste Verdichter (CP1) und der zweite Ver-
dichter (CP2) jeweils als Radialverdichter ausgebildet
sind.
- 15 7. Luftverdichtungsanlage für eine Luftzerlegung (LSU)
nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 1 -
6,
wobei die Luftverdichtungsanlage für eine Luftzerle-
gung (LSU) derart ausgebildet ist, dass ein Luftstrom
20 zur Verdichtung von einem ersten Kompan-
der (CX1) zu ei-
nem zweiten Kompan-
der (CX2) strömt, und der die Kompan-
der (CX1, CX2) antreibende Dampfstrom (STM) von der
zweiten Antriebsdampfturbine (ST2) des zweiten Kompan-
ders (CX2) zu der ersten Antriebsdampfturbine (ST1) des
25 ersten Kompan-
ders (CX1) strömt.
8. Luftverdichtungsanlage für eine Luftzerlegung (LSU)
nach mindestens dem vorhergehenden Anspruch 7,
wobei die Luftverdichtungsanlage für eine Luftzerle-
30 gung (LSU) derart ausgebildet ist, dass ein Luftstrom
zur Verdichtung vom Hauptluftverdichter (MAC) zu dem
Booster-Luftverdichter (BAC) strömt und ein Dampfstrom
aus dem Kessel (BOI) von der zweiten Antriebsdampftur-
bine (ST2) zu der ersten Antriebsdampfturbine (ST1)
35 strömt.

FIG 1

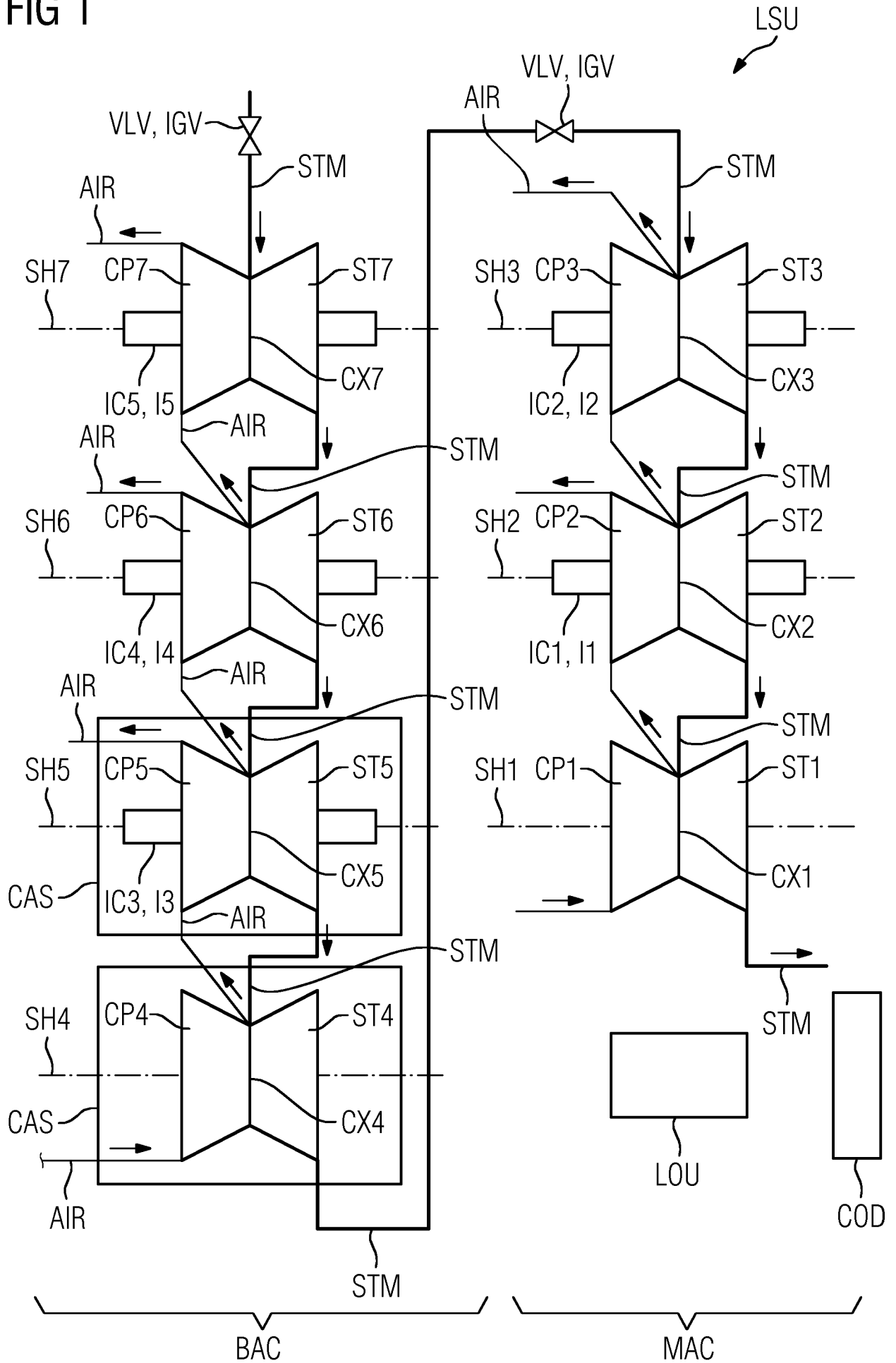
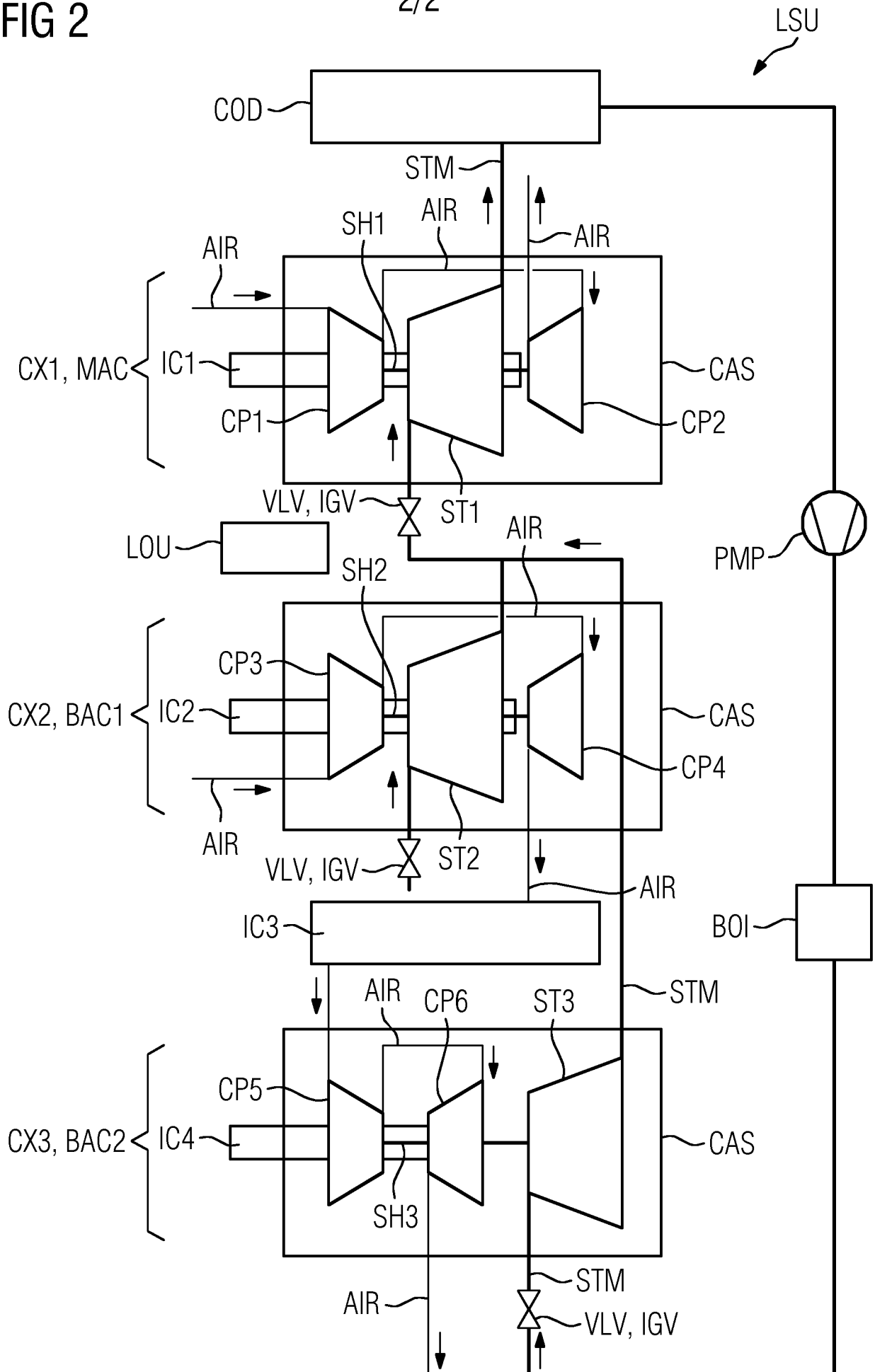


FIG 2

2/2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/076409

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F04D 17/12**(2006.01)i; **F04D 25/04**(2006.01)i; **F04D 25/16**(2006.01)i; **F25J 3/04**(2006.01)i; **F01D 15/08**(2006.01)i

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)

F04D; F25J; F01D

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	FR 710516 A (LJUNGSTROMS ANGTURBIN AB) 24 August 1931 (1931-08-24) figures 3, 5 page 2, lines 10-15, 25-26 page 3, lines 39-45 page 4, lines 33-47	1-8
X	WO 2017065843 A1 (PRAXAIR TECHNOLOGY INC [US]) 20 April 2017 (2017-04-20) paragraphs [0040], [0044] - [0046]; claim 1; table 1	1

☐ 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

08 January 2020

Date of mailing of the international search report

16 January 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

Brouillet, Bernard

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/076409

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
FR	710516	A	24 August 1931	NONE			
WO	2017065843	A1	20 April 2017	BR	112018007112	A2	06 November 2018
				CA	3001559	A1	20 April 2017
				CN	108139146	A	08 June 2018
				EP	3362749	A1	22 August 2018
				KR	20180063195	A	11 June 2018
				US	2016033197	A1	04 February 2016
				WO	2017065843	A1	20 April 2017

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F04D17/12 F04D25/04 F04D25/16 F25J3/04 F01D15/08
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F04D F25J F01D

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	FR 710 516 A (LJUNGSTROMS ANGTURBIN AB) 24. August 1931 (1931-08-24) Abbildungen 3, 5 Seite 2, Zeilen 10-15, 25-26 Seite 3, Zeilen 39-45 Seite 4, Zeilen 33-47 -----	1-8
X	WO 2017/065843 A1 (PRAXAIR TECHNOLOGY INC [US]) 20. April 2017 (2017-04-20) Absätze [0040], [0044] - [0046]; Anspruch 1; Tabelle 1 -----	1



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

8. Januar 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/01/2020

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

Brouillet, Bernard

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/076409

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 710516	A	24-08-1931	KEINE

WO 2017065843	A1	20-04-2017	BR 112018007112 A2 06-11-2018
			CA 3001559 A1 20-04-2017
			CN 108139146 A 08-06-2018
			EP 3362749 A1 22-08-2018
			KR 20180063195 A 11-06-2018
			US 2016033197 A1 04-02-2016
			WO 2017065843 A1 20-04-2017
