

(19)



(11)

EP 4 389 919 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
26.06.2024 Patentblatt 2024/26

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
C21B 13/00 (2006.01) C21B 13/14 (2006.01)
C21C 5/28 (2006.01) C21C 5/52 (2006.01)
C22B 1/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23169795.4**

(22) Anmeldetag: **25.04.2023**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
C21C 5/527; C21B 13/0086; C21B 13/143;
C21C 5/28; C22B 1/005

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Millner, Robert**
3382 Loosdorf (AT)
• **Plaul, Jan-Friedemann**
4020 Linz (AT)

(30) Priorität: **21.12.2022 EP 22215246**

(74) Vertreter: **Metals@Linz**
Primetals Technologies Austria GmbH
Intellectual Property Upstream IP UP
Turmstraße 44
4031 Linz (AT)

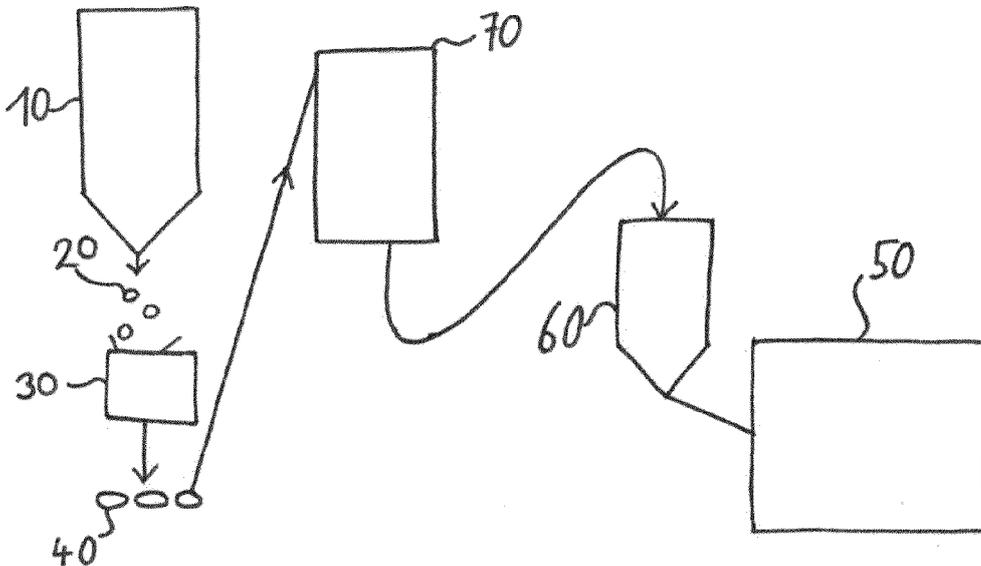
(71) Anmelder: **Primetals Technologies Austria GmbH**
4031 Linz (AT)

(54) **OPTIMIERTES AUFSCHMELZEN VON VERDICHTETEM DRI**

(57) Verfahren zum Aufschmelzen von zumindest teilweise aus HBI (40) und/oder HCl (110) bestehendem DRI (20,90) mittels eines Aufschmelzprozesses, wobei das HBI (40) und/oder das HCl (110) vor der Zuführung

zu dem Aufschmelzprozess zerkleinert wird, und bei der Zerkleinerung erhaltene Fragmente des HBI (40) beziehungsweise des HCl (110) dem Aufschmelzprozess zugeführt werden.

Fig. 1



EP 4 389 919 A1

Beschreibung

Gebiet der Technik

[0001] Die Anmeldung betrifft ein Verfahren zum Aufschmelzen von zumindest teilweise aus HBI und/oder HCl bestehendem DRI mittels eines Aufschmelzprozesses.

Stand der Technik

[0002] Es ist bekannt, eisenoxidhaltiges, Material mittels Direktreduktion mit Reduktionsgas in einem Reduktionsaggregat - beispielsweise in einem Festbett oder einem Fließbett oder einer Wirbelschicht - bei erhöhter Temperatur zu reduzieren. Das feste Produkt der Direktreduktion wird Eisenschwamm oder DRI direct reduced iron genannt; es ist sehr porös und daher sehr reaktiv, beispielsweise bezüglich Oxidation. Im Zuge seiner Weiterverarbeitung wird DRI in der Regel aufgeschmolzen.

[0003] Zur Verminderung der Reaktivität und damit verbundener einfacherer Weiterverarbeitung wird DRI oft in heißem Zustand - also als HDRI hot direct reduced iron - verdichtet. Das Produkt der Verdichtung wird beispielsweise - bei der Herstellung von Briketts - HBI hot briquetted iron genannt, oder - im Fall der Herstellung von DRI in einem Fließbett oder einer Wirbelschicht - HCl hot compacted iron. Speziell für feinteilchenförmigen HDRI-Staub, beispielsweise aus Wirbelschicht- oder Fließbett-Verfahren, trägt Verdichtung zu HBI oder HCl zur Vermeidung von Ausbeuteverlusten durch Staubverluste und Qualitätsverlusten bei.

[0004] Die gängige Größe weltweit verfügbarer, aufgrund einer Scheindichte größer gleich $5,0 \text{ g/cm}^3$ verschiffbarer HBI-Briketts beträgt $106 \times 48 \times 33 \text{ mm}$; sie ergibt sich aus dem Bestreben, möglichst große HBI-Leistung mit möglichst wenigen Brikettiermaschinen zu erreichen. Die Scheindichte von HCl ist geringer als von HBI und liegt unter $5,0 \text{ g/cm}^3$ - typischerweise im Bereich $3,5\text{-}4,2 \text{ g/cm}^3$ - und ist daher für den Schifftransport aufgrund IMO nicht geeignet. Die Größe von HCl kann gegenüber von HBI auch geringer sein, beispielsweise $50 \times 38 \times 22 \text{ mm}$.

[0005] Wird verdichtetes DRI - wie beispielsweise HBI oder HCl - bei seiner weiteren Verarbeitung aufgeschmolzen - beispielsweise in einem Lichtbogenofen, einem Schmelzaggregat oder einem SAF submerged arc furnace -, ist wird der Spielraum für die Zugaberate zu einem Schmelzprozess durch die dort für das Aufschmelzen eines Briketts benötigte Zeitdauer vorgegeben. Diese hängt auch von der dem Aufschmelzprozess zuführbaren energetischen Leistung ab, welche wiederum Einfluss auf dessen Produktivität haben kann. Im Vergleich zum Aufschmelzen von DRI ist HBI diesbezüglich mit Nachteilen behaftet.

Zusammenfassung der Erfindung

Technische Aufgabe

5 **[0006]** Es soll ein Verfahren vorgestellt werden, das es erlaubt, zumindest einige der voranstehend genannten Nachteile bei der Verwendung von verdichtetem DRI zu vermindern oder zu vermeiden.

10 Technische Lösung

[0007] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren

15 zum Aufschmelzen von zumindest teilweise aus HBI und/oder HCl bestehendem DRI mittels eines Aufschmelzprozesses, wobei das HBI und/oder das HCl vor der Zuführung zu dem Aufschmelzprozess zerkleinert wird, und bei der Zerkleinerung erhaltene Fragmente des HBI beziehungsweise des HCl dem Aufschmelzprozess zugeführt werden.

20 **[0008]** DRI kann wie eingangs beschrieben unverdichtet oder verdichtet sein. HBI und HCl sind Spezialfälle des allgemeinen Begriffs DRI, sie bezeichnen verdichtetes DRI.

25 **[0009]** Bevorzugt erfolgt der Aufschmelzprozess unter Verwendung elektrischer Energie.

30 Vorteilhafte Wirkungen der Erfindung

35 **[0010]** Durch Zerkleinerung werden Fragmente erhalten, die kleiner sind als das zugrundeliegende HBI beziehungsweise HCl. Fragmente benötigen weniger Zeit, um aufzuschmelzen. Entsprechend erlaubt das erfindungsgemäße Verfahren eine höhere Zugaberate zu einem Schmelzprozess, als wenn ihm HBI beziehungsweise HCl ohne die erfindungsgemäße Zerkleinerung zugeführt werden. Zur Erhöhung der Zugaberate muss also nicht wie bisher auf Erhöhung der dem Aufschmelzprozess zugeführten energetischen Leistung - welche ungünstigen Einfluss auf die Produktivität haben kann - zurückgegriffen werden. Nachteile im Vergleich zum Aufschmelzen von unverdichtetem DRI werden somit zumindest vermindert.

45 **[0011]** Es ist bevorzugt, wenn es sich bei der Zerkleinerung um einen Brechvorgang handelt, der bevorzugt zumindest zweistufig verläuft.

50 **[0012]** Ein Brechvorgang liefert Bruchstücke als Fragmente des HBI beziehungsweise des HCl. Ein Brechvorgang wird mittels Brechern durchgeführt; es kann ein einzelner Brecher oder ein Brechersystem mit mehreren Brechern eingesetzt werden - beispielsweise angeordnet in mehreren aufeinanderfolgenden Stufen, wobei eine hintere Stufe mit den in der vorhergehenden Stufe erzeugten Fragmenten beziehungsweise Bruchstücken als Ausgangsmaterial für die in ihr stattfindende Zerkleinerung versorgt wird. Ein mittels mehrerer aufeinander-

folgender Stufen erfolgreicher Brechvorgang verläuft mehrstufig.

[0013] Vorzugsweise erfolgt die Zerkleinerung auf eine Größe der Fragmente - auch Korngröße genannt -, die in einem Bereich von 3,35 mm bis 31,5 mm, bevorzugt von 3,35 mm bis 25 mm, besonders bevorzugt 6,3 mm bis 16 mm, liegt. Dabei sind die Grenzen der Bereiche mit umfasst. Die obere Grenze für die bei der Zerkleinerung vorzugsweise erhaltene Größe der Fragmente beträgt vorzugsweise 31,5 mm, besonders bevorzugt 25 mm, ganz besonders bevorzugt 16 mm. Die untere Grenze für die bei der Zerkleinerung vorzugsweise erhaltene Größe der Fragmente beträgt vorzugsweise 3,35 mm, besonders bevorzugt 6,3 mm.

[0014] Diese Größe hat sich als günstig bezüglich der erfindungsgemäß angestrebten Effekte beim Aufschmelzen erwiesen.

[0015] Die obigen Korngrößen beziehen sich auf US Norm ASTM E11.

[0016] Bei dem Prozess der Zerkleinerung auf eine Korngröße gemäß des oben angeführten Bereichs 3,35 bis 31,5 mm beziehungsweise seiner bevorzugten und besonders bevorzugten Teilbereiche werden in der Praxis auch einige kleinere Fragmente und gegebenenfalls auch einige größere Fragmente erhalten werden.

[0017] Nach einer Ausführungsform werden bei der Zerkleinerung erhaltene Fragmente dem Aufschmelzprozess zugeführt, unabhängig davon, ob sie tatsächlich im oben angeführten Bereich 3,35 bis 31,5 mm beziehungsweise seinen bevorzugten und besonders bevorzugten Teilbereichen liegen oder nicht. Dann werden also nicht nur Fragmente, deren Korngröße im oben angeführten Bereich 3,35 bis 31,5 mm beziehungsweise seinen bevorzugten und besonders bevorzugten Teilbereichen liegt, dem Aufschmelzprozess zugeführt, sondern auch außerhalb dieses Bereichs beziehungsweise der Teilbereiche liegende Fragmente.

[0018] Nach einer anderen Ausführungsform, welche nachfolgend noch näher erläutert wird, wird eine Mindestgröße für die bei der Zerkleinerung anfallenden Fragmente definiert, und werden bei der Zerkleinerung anfallende Fragmente unterhalb der Mindestgröße abgetrennt, und nur Fragmente oberhalb der Mindestgröße dem Aufschmelzprozess zugeführt.

[0019] Nach einer Ausführungsform werden bei der Zerkleinerung erhaltene Fragmente dem

[0020] Aufschmelzprozess nur dann zugeführt, wenn sie tatsächlich im oben angeführten Bereich 3,35 bis 31,5 mm beziehungsweise seinen bevorzugten und besonders bevorzugten Teilbereichen liegen.

[0021] Vorzugsweise besteht das DRI vollständig aus HBI und/oder HCl.

[0022] Nach einer bevorzugten Ausführungsform umfasst der Aufschmelzprozess zumindest ein Mitglied der Gruppe von Verfahren bestehend aus

- Schmelzen in einem Elektrolichtbogenofen electric arc furnace EAF;

- Schmelzen in einem Submerged arc furnace SAF,
- Schmelzen in einem Open Slag Bath Furnace OSBF,
- Schmelzen in einem Schmelzaggregat,
- Schmelzen in einem Konvertergefäß.

[0023] Ein Schmelzaggregat schmilzt zumindest teilweise auf Basis elektrischer Energie.

[0024] EAF und SAF und OSBF sind im Rahmen dieser Anmeldung nicht als Schmelzaggregat zu verstehen.

[0025] Unter einem Konvertergefäß ist beispielsweise ein Stahlwerkskonverter zur Stahlherstellung zu verstehen.

[0026] Nach einer Ausführungsform wird eine Mindestgröße für die bei der Zerkleinerung anfallenden Fragmente definiert, und werden bei der Zerkleinerung anfallende Fragmente unterhalb der Mindestgröße abgetrennt.

[0027] Die Abtrennung erfolgt beispielsweise durch Sieben.

[0028] Die Fragmente unterhalb der Mindestgröße können einem Verfahren zur Herstellung von HBI oder HCl zugeführt werden - beispielsweise mittels Becherwerken oder pneumatischer Förderung -, um dort zusammen mit HDRI verdichtet zu werden.

[0029] Fragmente oberhalb der Mindestgröße werden zumindest teilweise dem Aufschmelzprozess zugeführt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0030] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung von Ausführungsformen, die im Zusammenhang mit den schematischen und beispielhaften Zeichnungen näher erläutert werden. Dabei zeigen:

Fig 1 schematisch die Durchführung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens mit HBI.

Fig 2 schematisch die Durchführung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens mit HCl.

Beschreibung der Ausführungsformen

Beispiele

[0031] Figur 1 zeigt, wie in einem Reduktionsaggregat 10 - basierend auf Direktreduktion in Festbett oder Fließbett oder Wirbelschicht - erzeugtes DRI 20 - im vorliegenden Fall HDRI - in einer Brikettier Vorrichtung 30 zu HBI 40 verdichtet wird. Das HBI wird - gegebenenfalls nach Transport an einen anderen Ort, beispielsweise per Eisenbahn, oder per Schiff - einem Aufschmelzprozess in einer Aufschmelzvorrichtung 50 zugeführt. Bei der Aufschmelzvorrichtung handelt es sich beispielsweise um

eine Vorrichtung geeignet zur Durchführung eines Mitglieders der Gruppe von Verfahren bestehend aus

- Schmelzen in einem Elektrolichtbogenofen electric arc furnace EAF;
- Schmelzen in einem Submerged arc furnace SAF,
- Schmelzen in einem Open Slag Bath Furnace OS-BF,
- Schmelzen in einem Schmelzaggregat
- Schmelzen in einem Konvertergefäß.

[0032] Vor der Zuführung - die im dargestellten Beispiel über einen Zwischenbunker 60 erfolgt; sie kann aber auch direkt, also ohne Zwischenbunker, erfolgen - wird das HBI 40 in der Zerkleinerungsvorrichtung 70 - diese kann einstufig oder mehrstufig, beispielsweise zweistufig, sein - zerkleinert. Im dargestellten Beispiel handelt es sich bei der Zerkleinerungsvorrichtung um einen Brecher. Bei der Zerkleinerung erhaltene Fragmente des HBI 40 werden der Aufschmelzvorrichtung 50 über den Zwischenbunker 60 zugeführt.

[0033] Figur 2 zeigt, wie in einem Reduktionsaggregat 80 - basierend auf Direktreduktion in Fließbett oder Wirbelschicht - erzeugtes DRI 90 - im vorliegenden Fall HDRI - in einer Kompaktiervorrichtung 100 zu HCl 110 verdichtet wird. Das HCl 110 wird danach, gegebenenfalls ortsnahe zur Kompaktierung in einem Anlagenverbund, einem Aufschmelzprozess in einer Aufschmelzvorrichtung 120 zugeführt. Bei der Aufschmelzvorrichtung handelt es sich beispielsweise um eine Vorrichtung geeignet zur Durchführung eines Mitglieders der Gruppe von Verfahren bestehend aus

- Schmelzen in einem Elektrolichtbogenofen electric arc furnace EAF;
- Schmelzen in einem Submerged arc furnace SAF,
- Schmelzen in einem Open Slag Bath Furnace OS-BF,
- Schmelzen in einem Schmelzaggregat,
- Schmelzen in einem Konvertergefäß.

[0034] Vor der Zuführung - die im dargestellten Beispiel über einen Zwischenbunker 130 erfolgt; sie kann aber auch direkt, also ohne Zwischenbunker, erfolgen - wird das HCl 110 in der Zerkleinerungsvorrichtung 140 - diese kann einstufig oder mehrstufig, beispielsweise zweistufig, sein - zerkleinert. Im dargestellten Beispiel handelt es sich bei der Zerkleinerungsvorrichtung um einen Brecher. Bei der Zerkleinerung erhaltene Fragmente 150a, 150b des HCl 110 werden in einer Siebvorrichtung 160 gesiebt. Nur die Fragmente 150a oberhalb einer Mindestgröße werden der Aufschmelzvorrichtung 120 über den Zwischenbunker 130 zugeführt. Die Fragmente 150b unterhalb der Mindestgröße werden der Kompaktiervorrichtung 100 zugeführt, um dort zusammen mit HDRI verdichtet zu werden.

[0035] Obwohl die Erfindung im Detail durch die bevorzugten Ausführungsbeispiele näher illustriert und be-

schrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die oben genannten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

5

Liste der Bezugszeichen

[0036]

10	10	Reduktionsaggregat
	20	DRI
	30	Brikettiervorrichtung
	40	HBI
	50	Aufschmelzvorrichtung
15	60	Zwischenbunker
	70	Zerkleinerungsvorrichtung
	80	Reduktionsaggregat
	90	DRI
	100	Kompaktiervorrichtung
20	110	HCl
	120	Aufschmelzvorrichtung
	130	Zwischenbunker
	140	Zerkleinerungsvorrichtung
	150a, 150b	Fragmente
25	160	Siebvorrichtung

Patentansprüche

- 30 1. Verfahren zum Aufschmelzen von zumindest teilweise aus HBI (40) und/oder HCl (110) bestehendem DRI (20,90) mittels eines Aufschmelzprozesses, wobei das HBI (40) und/oder das HCl (110) vor der Zuführung zu dem Aufschmelzprozess zerkleinert wird, und bei der Zerkleinerung erhaltene Fragmente des HBI (40) beziehungsweise des HCl (110) dem Aufschmelzprozess zugeführt werden.
- 35 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei der Zerkleinerung um einen Brechvorgang handelt, der bevorzugt zumindest zweistufig verläuft.
- 40 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zerkleinerung auf eine Größe der Fragmente, die in einem Bereich von 3,35 mm bis 31,5 mm, bevorzugt von 3,35 mm bis 25 mm, besonders bevorzugt 6,3 mm bis 16 mm, liegt, erfolgt.
- 45 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das DRI (20,90) vollständig aus HBI (40) und/oder HCl (110) besteht.
- 50 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aufschmelzprozess zumindest ein Mitglied der Gruppe von Verfahren bestehend aus

- Schmelzen in einem Elektrolichtbogenofen electric arc furnace EAF;
- Schmelzen in einem Submerged arc furnace SAF,
- Schmelzen in einem Open Slag Bath Furnace OSBF, 5
- Schmelzen in einem Schmelzaggregat,
- Schmelzen in einem Konvertergefäß,

umfasst. 10

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Mindestgröße für die bei der Zerkleinerung anfallenden Fragmente definiert wird, und bei der Zerkleinerung anfallende Fragmente unterhalb der Mindestgröße abgetrennt werden. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

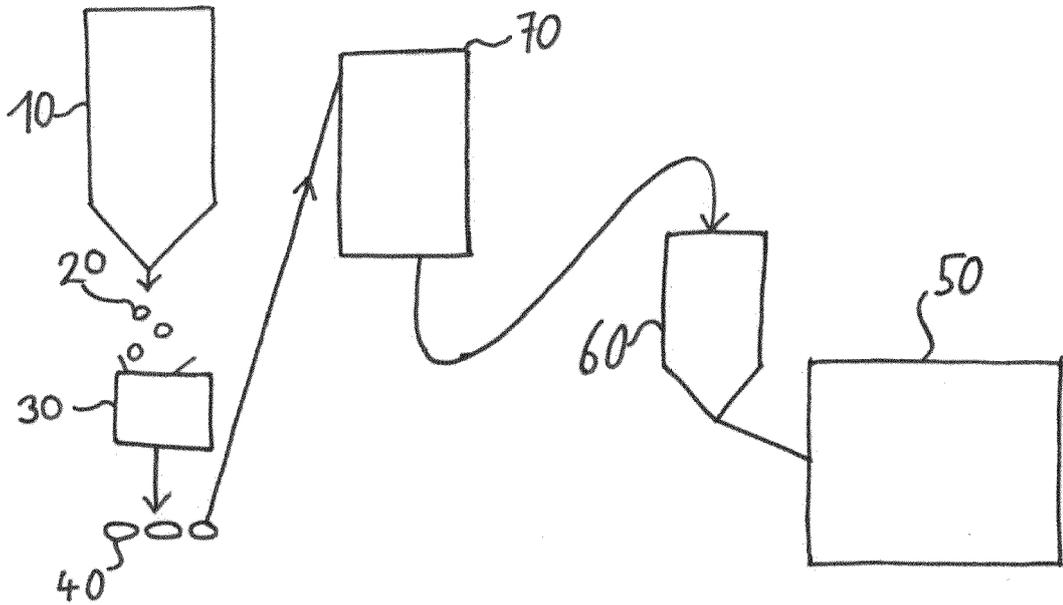
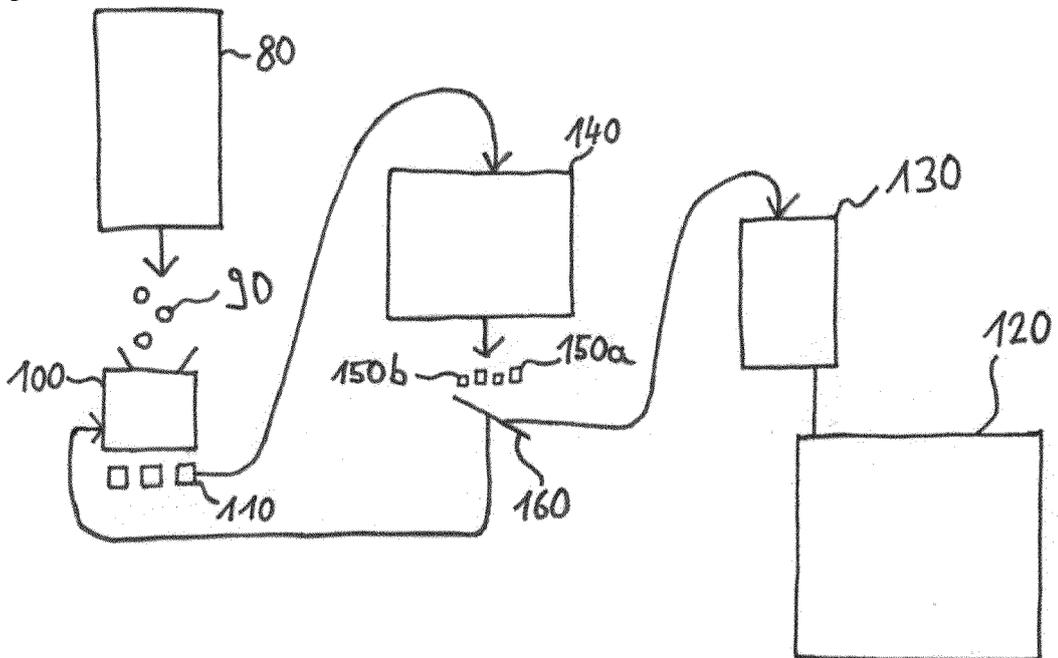


Fig. 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 23 16 9795

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1
EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2015/203931 A1 (SUGIYAMA TAKESHI [JP] ET AL) 23. Juli 2015 (2015-07-23) * Abbildungen 2-9, 3-3 * * Absatz [0360] - Absätze [0363], [0369] *	1-6	INV. C21B13/00 C21B13/14 C21C5/28 C21C5/52 C22B1/00
X	US 9 453 682 B2 (DAOU RAFIC BOULOS [LB]) 27. September 2016 (2016-09-27) * Abbildung 3 * * Spalte 9 *	1-6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C21B F27D C21C C22B F27B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlussdatum der Recherche 24. August 2023	Prüfer Porté, Olivier
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorie oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 16 9795

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

24-08-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2015203931 A1	23-07-2015	CN 104508151 A	08-04-2015
		RU 2015107231 A	27-09-2016
		UA 114520 C2	26-06-2017
		US 2015203931 A1	23-07-2015
		WO 2014021473 A1	06-02-2014

US 9453682 B2	27-09-2016	AU 2010224553 A1	22-09-2011
		BR PI1006768 A2	18-02-2020
		CA 2755845 A1	23-09-2010
		CN 102439387 A	02-05-2012
		CY 1121541 T1	29-05-2020
		DE 102010002523 A1	23-09-2010
		DK 2409101 T3	12-11-2018
		DO P2011000287 A	16-02-2014
		EP 2409101 A1	25-01-2012
		ES 2691300 T3	26-11-2018
		HK 1168646 A1	04-01-2013
		HR P20181637 T1	14-12-2018
		HU E041537 T2	28-05-2019
		JP 5734946 B2	17-06-2015
		JP 2012520940 A	10-09-2012
		KR 20110137366 A	22-12-2011
		LT 2409101 T	12-11-2018
		MA 33124 B1	01-03-2012
		MD 20110079 A2	29-02-2012
		MX 345152 B	18-01-2017
		MY 174988 A	31-05-2020
		PL 2409101 T3	31-01-2019
		PT 2409101 T	08-11-2018
RU 2011139642 A	27-04-2013		
SI 2409101 T1	30-11-2018		
TR 201815246 T4	21-11-2018		
TW 201035325 A	01-10-2010		
US 2012006156 A1	12-01-2012		
WO 2010106466 A1	23-09-2010		
ZA 201107075 B	27-06-2012		

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82