

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 24.03.00.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 28.09.01 Bulletin 01/39.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : ALUMINIUM PECHINEY Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : BOUCARD JEAN PIERRE.

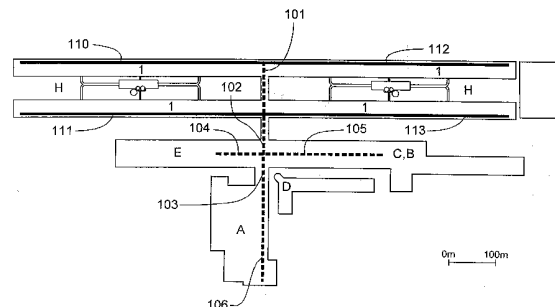
73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : PECHINEY.

54 IMPLANTATION D'INSTALLATIONS D'UNE USINE D'ELECTROLYSE POUR LA PRODUCTION D'ALUMINIUM.

57 L'invention a pour objet un arrangement d'une usine d'électrolyse pour la production d'aluminium selon le procédé Hall-Héroult qui permette de limiter la longueur des trajets de flux lourds, tels que les flux d'aluminium liquide. Selon l'invention, l'usine comprend :

- au moins une zone de production d'aluminium liquide (H) comportant des cuves d'électrolyse disposées en files,
- des zones opérationnelles d'intendance spécifiques dont une zone (C) où sont regroupées les installations de mise à disposition et de recyclage d'ensembles anodiques, une zone (B) où sont regroupées les installations de mise à disposition et de recyclage de bain d'électrolyse et une zone (A) où sont regroupées les installations de traitement de l'aluminium liquide,
- des moyens de transport pour acheminer des produits intermédiaires dits lourds (tels que de l'aluminium liquide) entre lesdites zones opérationnelles,
- au moins une zone de circulation (101, 102, 103, 104, 105, 106, 110, 111, 112, 113) réservée à tout ou partie desdits moyens de transport de produits intermédiaires lourds.



IMPLANTATION D'INSTALLATIONS D'UNE USINE D'ELECTROLYSE POUR LA PRODUCTION D'ALUMINIUM

Domaine de l'invention

5

L'invention concerne les usines de production d'aluminium par électrolyse ignée selon le procédé de Hall-Héroult. Elle concerne tout particulièrement l'implantation des installations de telles usines.

10 Etat de la technique

L'aluminium métal est produit industriellement par électrolyse ignée, à savoir par électrolyse de l'alumine en solution dans un bain de cryolithe fondue, appelé bain d'électrolyse, selon le procédé bien connu de Hall-Héroult. Le bain d'électrolyse est
15 contenu dans des cuves comprenant un caisson en acier, qui est revêtu intérieurement de matériaux réfractaires et/ou isolants, et un ensemble cathodique situé au fond de la cuve. Des anodes en matériau carboné sont partiellement immergées dans le bain d'électrolyse. Chaque cuve et ses anodes forment ce qui est souvent appelé une cellule d'électrolyse. Le courant d'électrolyse, qui circule dans le bain d'électrolyse et
20 la nappe d'aluminium liquide par l'intermédiaire des anodes et des éléments cathodiques, opère les réactions de réduction de l'alumine et permet également de maintenir le bain d'électrolyse à une température de l'ordre de 950 °C par effet Joule.

Les usines les plus modernes contiennent un grand nombre de cellules d'électrolyse
25 disposées en ligne, dans des bâtiments appelés halls d'électrolyse, et raccordées électriquement en série à l'aide de conducteurs de liaison, de façon à optimiser l'occupation au sol des usines. Les cuves sont généralement disposées de manière à former deux ou plusieurs files parallèles qui sont électriquement liées entre elles par des conducteurs d'extrémité. Le courant d'électrolyse passe ainsi en cascade d'une
30 cellule à la suivante. La longueur et la masse des conducteurs sont le plus réduit possible de manière à limiter les coûts d'investissement et de fonctionnement correspondants, en particulier par une réduction des pertes par effet Joule dans les

conducteurs. Les conducteurs sont également configurés de manière à réduire ou compenser, en tout ou partie, les effets des champs magnétiques produits par le courant d'électrolyse.

5 En fonctionnement, une usine d'électrolyse comporte une série de flux, dont notamment des flux de matières premières (alumine, poudre de carbone, brai), des flux produits intermédiaires (croûtes de bain solidifié, ensembles anodiques,...), des flux de produits finaux (aluminium liquide et/ou solide), des flux de personnels (piétons ou conducteurs d'engins automoteurs), des flux d'énergie (notamment des
10 flux d'énergie électrique), des flux de produits de démolition (notamment des fours de cuisson d'anodes), des flux d'outillage, des flux de composants de cuves (tels que des cathodes ou des caissons) et des flux de matériels d'entretien. Certains flux sont essentiellement continus (tels que les flux de matières premières), d'autres sont quasi-continus (tels que les flux d'aluminium liquide, d'ensembles anodiques et de bain
15 solidifié) et d'autres sont essentiellement discontinus (tels que les flux de cathodes ou de caissons).

Ces différents flux sont générés par le procédé d'électrolyse. Par exemple, le procédé de Hall-Héroult entraîne la consommation des anodes en carbone lors des réactions
20 électrochimiques de réduction de l'alumine ; cette consommation nécessite la fourniture régulière d'anodes neuves et le remplacement des anodes usées des cellules d'électrolyse, ce qui génère des flux d'ensembles anodiques neufs des sites de fabrication des anodes vers les cuves d'électrolyse et des flux d'ensembles anodiques usés des cuves vers les sites de retraitement et de recyclage.

25

Problème posé

Pour des raisons de rentabilité d'une usine, on cherche, d'une part, à réduire les coûts d'investissement et de fonctionnement et, d'autre part, à obtenir simultanément des
30 intensités et des rendements Faraday les plus élevés possible, tout en préservant, voire en améliorant, les conditions de fonctionnement des cellules d'électrolyse et en tenant compte d'une série de contraintes d'ordre technique.

En particulier, certains des flux générés par le fonctionnement des usines d'électrolyse peuvent circuler par des moyens d'acheminement spécifiques, ce qui est souvent le cas des flux d'alumine et des flux de gaz émis qui sont acheminés par des canalisations spécifiques qui forment généralement des réseaux fixes. Toutefois, plusieurs flux de matières empruntent des voies de circulation communes à d'autres flux et/ou à des voies d'accès du personnel, ce qui est le cas des flux (dits "lourds") de métal liquide, de produits carbonés (tels que les ensembles anodiques) et de bain solide (croûtes, bain coulé et bain recyclé). Typiquement, ces flux lourds, qui sont en général essentiellement discontinus, sont acheminés, à l'aide d'engins motorisés, par des voies de circulation (extérieures ou intérieures à des bâtiments) qui longent les cuves d'électrolyse, lesquelles voies sont également empruntées par le personnel. La cohabitation de mouvements importants de matières, de matériels et de personnel dans les mêmes espaces de travail constitue également une limite à la recherche d'améliorations des conditions de travail et de sécurité. Ces problèmes sont accentués par le fait que plusieurs flux nécessitent des précautions de manutention et/ou environnementales particulières.

En outre, l'impact des problèmes de densité des flux propres à l'usine et d'interactions physiques entre les installations et les flux s'accroît rapidement lorsque l'on cherche à augmenter la productivité d'une usine. Par exemple, l'augmentation de la production des cuves d'électrolyse, du fait d'une augmentation de l'intensité du courant, entraîne une augmentation rapide de la densité des flux, de l'intensité des interactions magnétiques et des charges unitaires à transporter.

La demanderesse a donc recherché des arrangements d'usines qui tiennent compte des différentes contraintes, qui conduisent à une réduction des coûts d'investissement et d'entretien, et qui permettent d'augmenter la capacité de production de l'usine.

Description de l'invention

30

L'invention a pour objet un arrangement d'usine d'électrolyse pour la production d'aluminium selon le procédé Hall-Héroult, ladite usine comprenant au moins une

zone de production d'aluminium liquide (H), qui est caractérisé en ce qu'il comprend :

- des zones opérationnelles d'intendance spécifiques telles qu'une zone (C) où sont regroupées les installations de mise à disposition et de recyclage d'ensembles anodiques, une zone (B) où sont regroupées les installations de mise à disposition et de recyclage de bain d'électrolyse et une zone (A) où sont regroupées les installations de traitement de l'aluminium liquide,
- des moyens de transport pour acheminer, entre lesdites zones opérationnelles et selon des flux intermédiaires déterminés, des produits intermédiaires dits lourds, tels que de l'aluminium liquide, des ensembles anodiques et du bain d'électrolyse solide,
- au moins une zone de circulation réservée à tout ou partie desdits moyens de transport de produits intermédiaires lourds.

Dans sa recherche de solutions aux problèmes posés par les usines d'électrolyse connues, la demanderesse a eu l'idée, d'une part, de regrouper certaines installations et certains flux lourds, et, d'autre part, d'utiliser une zone de circulation réservée, ce qui permet de réduire la longueur des trajets tout en évitant la cohabitation de flux de faible compatibilité, tels que les flux lourds et les flux de personnel. L'arrangement selon l'invention permet donc à la fois une optimisation des distances parcourues par les principaux flux lourds d'une usine d'électrolyse, qui sont potentiellement à risques, et une prise en compte des effets d'interactions physiques entre les flux et les installations.

La présence d'une zone de circulation réservée permet en outre une plus grande maîtrise de la sécurité et des conditions de travail des opérateurs, notamment par une restriction des mouvements de personnel dans cette zone. Elle permet aussi une plus grande maîtrise de la coordination du procédé, du contrôle de gestion opérationnelle et des conditions d'environnement requises par certains des flux lourds, tels que le flux d'ensembles anodiques usés extraits des cuves d'électrolyse qui peuvent requérir des moyens d'aspiration et de traitement des effluents.

Description des figures

Les figures 1, 2, 3, 6a, 7a, 8a, 9a et 10a sont relatives à l'art antérieur. Les figures 4, 5, 6b, 7b, 8b, 9b et 10b sont relatives à l'invention.

5

La figure 1 illustre un arrangement d'une usine d'électrolyse de l'art antérieur. La figure 2 illustre un hall d'électrolyse en coupe transversale selon le plan A-A de la figure 1. La figure 3 illustre une cellule d'électrolyse en coupe transversale selon le plan B-B de la figure 2. La figure 4 illustre un arrangement d'une usine d'électrolyse selon l'invention. La figure 5 illustre un mode de réalisation des zones de circulation réservées selon l'invention. Les figures 6 à 10 illustrent les flux d'ensembles anodiques (figure 6), de bain liquide et solide (figure 7), de métal liquide (figure 8), de matières premières et de produits finaux (figure 9) et de personnel (figure 10) dans l'usine de l'art antérieur représentée à la figure 1 (figures 6a, 7a, 8a, 9a et 10a) et dans un arrangement d'usine selon le mode de réalisation préféré de l'invention représenté à la figure 4 (figures 6b, 7b, 8b, 9b et 10b).

10

15

Tel qu'illustré à la figure 1, les usines d'électrolyse de l'art antérieur comprennent typiquement une zone de production d'aluminium liquide (H), laquelle comprend des cuves d'électrolyse normalement disposées en séries (non illustrées), des installations de mise à disposition et de recyclage d'ensembles anodiques (11, 12, 13, 14, 15, 16), des installations de mise à disposition et de recyclage de bain d'électrolyse (13, 14, 15, 17), des installations de traitement de l'aluminium liquide (20, 21, 22) et des installations destinées à l'entretien des équipements de production (31, 32, 33, 34, 35) et au moins un bâtiment administratif (36). D'une part, les installations de mise à disposition et de recyclage d'ensembles anodiques, les installations de mise à disposition et de recyclage de bain d'électrolyse, et les installations de traitement de l'aluminium liquide sont généralement situées dans des zones isolées de l'usine ; d'autre part, les installations destinées à l'entretien des équipements de production et les bâtiments administratifs sont répartis sur l'ensemble de l'usine.

20

25

30

La zone de production d'aluminium liquide (H) comprend typiquement un nombre pair de halls d'électrolyse (1), généralement deux ou quatre halls disposés en parallèle, des moyens d'alimentation électrique des cuves d'électrolyse (2), des moyens d'alimentation en alumine (3, 4), des moyens (5) de traitement des gaz émis par le procédé, des voies de circulation (6) parallèles aux halls d'électrolyse et des moyens d'accès (7) aux halls d'électrolyse. Les halls d'électrolyse peuvent comprendre un (ou plusieurs) hall(s) de transfert (8) pour faciliter la circulation du personnel et éventuellement le transport de certains équipements et outillages. Chaque hall d'électrolyse (1) comprend au moins une file de cuves d'électrolyse (non illustrée), le nombre de cuves d'une file pouvant être supérieur à une centaine.

Les installations de mise à disposition d'ensembles anodiques comprennent le plus souvent des moyens d'alimentation en matières premières (11, 16), des installations destinées à la fabrication des blocs anodiques, à l'assemblage des ensembles anodiques et au recyclage des anodes usées (12, 13), et des moyens d'accès (14). Les installations destinées à la fabrication des blocs anodiques (12) comprennent notamment les moyens de mise en forme des anodes crues et les moyens de cuisson de celles-ci (comprenant typiquement un four à feu tournant). Les installations de recyclage des ensembles anodiques (15) comprennent des moyens pour séparer les anodes et les tiges anodiques, et des moyens pour broyer les blocs anodiques usés en vue de leur recyclage dans la production de blocs anodiques neufs.

Les installations de traitement de l'aluminium liquide (20, 21, 22) comprennent typiquement une fonderie et des moyens d'accès (21). Les installations de maintenance et d'entretien des équipements de production sont généralement dans des bâtiments (31, 32, 33, 34, 35) distincts et répartis sur le site de l'usine. L'usine est parcourue par des voies de circulation (6, 61, 62, 63).

Tel qu'illustré à la figure 2, un hall d'électrolyse (1) comprend typiquement une toiture (71), une série de cuves (40), une allée de circulation (10) le long des cuves et un pont mobile (70) pour effectuer des opérations sur les cuves. Comme le montre la figure 3, une cuve (40) comprend typiquement un caisson métallique (41) garni

intérieurement de matériaux réfractaires (42a, 42b), des ensembles cathodiques en matériau carboné (43), des ensembles anodiques (55), une structure porteuse (53), des moyens (51) pour récupérer les effluents émis par la cuve en fonctionnement et des moyens (50) pour alimenter la cuve en alumine et/ou en AlF_3 . Les ensembles anodiques (55) comprennent typiquement un bloc anodique (47a, 47b) et une tige (49a, 49b). Chaque tige (49a, 49b) comprend typiquement un multipode (48a, 48b) pour fixer le bloc anodique (47a, 47b).

En fonctionnement, la cuve comprend un lit d'aluminium liquide (44), un lit de bain liquide (45) et une couverture (46) à base de bain solide et d'alumine. Afin d'éviter d'avoir à changer tous les ensembles anodiques en même temps, le programme de changement des ensembles anodiques est généralement conçu de telle manière qu'ils ont un degré d'usure différent (dans la figure 3, le bloc anodique (47a) est moins usé que le bloc anodique (47b)). Le courant d'électrolyse circule des blocs anodiques vers les éléments cathodiques. Le courant cathodique est récupéré par des barres conductrices (52).

Les figures 6a, 7a et 8a montrent respectivement les flux d'ensembles anodiques (FC1, FC2), de bain solide (FB1, FB2, FB3, FB4) et d'aluminium liquide (FA1, FA2) d'une usine de l'art antérieur.

Les flux de bain solide comprennent deux composantes : des flux de bain dit "avant traitement" (FB1, FB2) (en traits gras), qui proviennent notamment des surplus de bain extraits des cuves d'électrolyse, et des flux de bain dit "broyé" (FB3, FB4) (en traits brisés), qui correspondent au bain retraité. Tel qu'illustré dans les figures, ces flux lourds circulent généralement par des voies (6) qui sont également régulièrement empruntées par le personnel. En outre, ces flux sont complexes et comprennent des mouvements de masse entre les parties intérieures et extérieures des halls d'électrolyse (1) et des trajectoires de contournement (FC2, FB2, FB3, FA2). En particulier, ces flux circulent par des voies intérieures (10) et extérieures (6) aux bâtiments qui abritent les files de cuves, et comprennent de nombreux mouvements d'entrée et de sortie par des voies d'accès (7).

Description détaillée de l'invention

Selon l'invention, l'arrangement d'une usine d'électrolyse pour la production d'aluminium selon le procédé Hall-Héroult, ladite usine comprenant au moins une zone de production d'aluminium liquide (H) comportant des cuves d'électrolyse disposées en files, des installations de mise à disposition et de recyclage d'ensembles anodiques, des installations de mise à disposition et de recyclage de bain d'électrolyse, des installations de traitement de l'aluminium liquide, est caractérisé en ce qu'il comprend :

- 10 - des zones opérationnelles d'intendance spécifiques dont une zone (C) où sont regroupées les installations de mise à disposition et de recyclage d'ensembles anodiques, une zone (B) où sont regroupées les installations de mise à disposition et de recyclage de bain d'électrolyse et une zone (A) où sont regroupées les installations de traitement de l'aluminium liquide,
- 15 - des moyens de transport pour acheminer des produits intermédiaires dits lourds entre lesdites zones opérationnelles, selon des flux intermédiaires déterminés (HC1-HC7, HB1-HB12, HA1-HA7), lesdits produits intermédiaires incluant notamment de l'aluminium liquide, des ensembles anodiques et du bain d'électrolyse solide,
- 20 - au moins une zone de circulation (101, 102, 103, 104, 105, 106, 110, 111, 112, 113) réservée à tout ou partie desdits moyens de transport de produits intermédiaires lourds.

Dans la suite du texte l'expression "les zones de circulation réservées" désignera également le cas où il n'y a qu'une seule zone de circulation réservée. La référence 25 "100" désigne de manière groupée les différentes zones de circulation réservées (101, 102, 103, 104, 105, 106, 110, 111, 112, 113).

Tel qu'illustré aux figures 6b, 7b et 8b, tout ou partie des flux lourds transitent par les zones de circulation réservées (100). Comme le montrent les flèches, les flux 30 d'ensembles anodiques (HC1,..., HC7) ont généralement un caractère bidirectionnel (figure 6b), en ce sens que des ensembles anodiques neufs et usés peuvent circuler sur la même voie mais dans des sens opposés, alors que les flux de bain solide

(HB1,..., HB12) et de métal liquide (HA1,..., HA7) ont généralement un caractère unidirectionnel (figures 7b et 8b), en ce sens que le bain solide ne retourne pas vers la zone H par les mêmes voies et que le métal liquide ne retourne généralement pas vers les cuves d'électrolyse.

5

Selon l'invention, au moins un produit intermédiaire lourd donné est de préférence entièrement acheminé dans au moins une zone de circulation qui lui est réservée. De préférence, les produits intermédiaires lourds principaux, à savoir l'aluminium liquide, les ensembles anodiques et le bain d'électrolyse solide, sont entièrement
10 acheminés dans au moins une zone de circulation réservée. Il est particulièrement avantageux qu'au moins une zone de circulation réservée (101, 102, 110, 111, 112, 113) soit commune à au moins deux produits intermédiaires lourds distincts.

Les zones de circulation réservées (100) sont de préférence spécifiquement équipées
15 pour la circulation desdits flux lourds.

L'arrangement selon l'invention peut aussi comprendre des voies (9) qui donnent accès à différentes parties des installations et permettent leur entretien.

20 Selon une variante de l'invention, au moins une zone opérationnelle d'intendance dite "d'entretien" (E) peut regrouper tout ou partie des opérations d'entretien et de maintenance, et de préférence l'ensemble de ces opérations. Selon une autre variante de l'invention, au moins une zone opérationnelle d'intendance dite "d'administration"
(D) peut regrouper tout ou partie des opérations administratives, et de préférence
25 l'ensemble de ces opérations. La zone d'administration peut comprendre des installations de gestion des flux et/ou de contrôle de la qualité des produits intermédiaires. L'arrangement selon l'invention comprend avantageusement au moins une zone opérationnelle d'entretien (E) et au moins une zone opérationnelle d'administration (D).

30

Les zones de circulation réservées (100) se situent de préférence sur un seul niveau. Par exemple, elles peuvent se situer au niveau des allées latérales (10) des halls

d'électrolyse (1). Elles peuvent éventuellement comprendre plusieurs niveaux. Par exemple, une partie desdites zones peut se trouver au niveau des dites allées latérales (10) et une autre partie peut se trouver au niveau du sol (80) à l'extérieur des halls d'électrolyse (1). Elles peuvent éventuellement comprendre des niveaux superposés.

5 Par exemple, elles peuvent comprendre un niveau au niveau des allées latérales (10) et un niveau (72) situé en dessous de celles-ci, chaque niveau pouvant être utilisé pour le transport de flux différents.

Au moins une zone de circulation réservée (101, 102, 103) relie au moins deux

10 desdites zones opérationnelles, de préférence au moins trois zones opérationnelles, et éventuellement l'ensemble de celles-ci, ce qui permet la circulation efficace des flux lourds par les voies réservées entre lesdites zones opérationnelles.

Dans le mode de réalisation préféré de l'invention, au moins une zone de circulation

15 réservée (101, 102), dite "transversale", est sensiblement perpendiculaire aux dites files de cuves d'électrolyse, tel qu'illustré à la figure 5. De préférence, au moins une zone de circulation réservée (101, 102), dite "principale", passe sensiblement par le barycentre de la (ou de chaque) zone de production d'aluminium liquide (H).

20 Avantagement, la zone de mise à disposition et de recyclage d'ensembles anodiques (C), la zone de mise à disposition et de recyclage de bain d'électrolyse (B), la zone de traitement de l'aluminium liquide (A), et, éventuellement, la zone d'entretien (E), sont reliées à la (ou chaque) zone de production d'aluminium liquide (H) par au moins une zone de circulation réservée transversale et/ou principale (101,

25 102, 103). Il y a avantageusement une seule zone de circulation transversale et/ou principale, ce qui permet de limiter les investissements et de mieux maîtriser les flux.

Au moins une zone de circulation réservée (110, 111, 112, 113), dite "latérale", peut éventuellement longer lesdites files de cuves d'électrolyse, avantageusement à

30 l'intérieur des halls d'électrolyse (1). Ces zones latérales peuvent éventuellement se situer sur les allées de circulation (10) sur d'autres niveaux (72).

De préférence, l'arrangement selon l'invention comprend en outre au moins un bâtiment de couverture spécifique (121, 122) pour abriter certaines zones de circulation réservées, telles que certaines zones transversales (101, 102). Les bâtiments de couverture permettent d'éviter les problèmes liés typiquement à la formation de verglas, à la pluie, à la température ou à l'humidité.

Les zones de circulation réservées (100) peuvent comprendre des moyens de transport spécifiques dédiés à des flux lourds entre les zones opérationnelles, notamment entre les halls d'électrolyse et les zones d'intendance (A, B, C, D, E). Ces moyens comprennent avantageusement des navettes pour le transport et la dépose d'éléments spécifiques tels que :

- des appareils de coulée (qui servent à prélever du métal liquide des cuves d'électrolyse) et des poches de métal liquide (vides ou pleines) entre les cuves et la zone A de traitement du métal liquide ou la zone E d'entretien et de maintenance ;
- des palettes d'ensembles anodiques neufs entre la zone C et les cuves ;
- des palettes d'ensembles anodiques usés entre les cuves et la zone C (qui, outre des installations de recyclage des ensembles anodiques, peut comprendre aussi des installations de recyclage du bain), ou vers la zone E d'entretien ;
- des conteneurs à bain (coulé ou croûtes à recycler), qui peuvent être intégrés aux palettes d'ensembles anodiques ;
- des plates-formes d'équipements et outillage de maintenance des cuves (pour des opérations qui surviennent lors d'un arrêt ou d'un démarrage d'une série ou d'une cuve particulière).

Les moyens de transport peuvent permettre de limiter les zones de stockage intermédiaires, tels que celles normalement prévues pour le refroidissement des anodes ou pour les poches de métal liquide. Ils peuvent permettre aussi les manutentions en flux tendu, notamment dans les variantes de l'invention prévoyant des opérations automatisées. Les flux lourds selon l'invention peuvent néanmoins comprendre des aires de stockage intermédiaires.

Les moyens de transport sont avantageusement associés à des moyens de manutention. Les moyens de transport peuvent comprendre des convoyeurs, qui présentent l'avantage d'être aisément automatisables, ou des engins automoteurs, qui sont éventuellement conduits par du personnel.

5

Lesdits moyens de transport des produits intermédiaires selon des flux lourds peuvent comprendre un réseau sur rails. Ces rails peuvent avantageusement être situés à l'extérieur des structures lourdes des bâtiments d'électrolyse, assurant la liaison entre la ou chaque zone de production et les autres zones opérationnelles de l'usine. Des engins mobiles peuvent se déplacer sur ce réseau de manière éventuellement automatisée.

10

Par ailleurs, des engins automoteurs conduits par des opérateurs peuvent aussi se déplacer sur d'autres voies spécifiques à l'extérieur des zones réservées (100), dans une ou plusieurs allées de circulation.

15

Les halls d'électrolyse peuvent également comprendre des moyens de transport ou d'entretien complémentaires. Par exemple, chaque hall peut comprendre des ponts roulants d'entretien qui permettent la manutention des caissons de cuves (avant et après rebrasquages) et/ou des superstructures en direction ou en provenance des ateliers d'entretien. Les zones de circulation réservées (100) peuvent occasionnellement servir au transport d'équipements lourds, tels que des ponts mobiles ou des caissons de cuves, qui ne font pas partie des flux lourds réguliers. Ces opérations exceptionnelles se produisent notamment lors de l'arrêt ou du démarrage d'une cuve ou lors de la mise au garage des machines de service des cuves pour leur entretien.

20

25

L'usine selon l'invention peut éventuellement inclure des machines de service se déplaçant sur des chemins de roulement attenants à la structure des bâtiments.

30

Tel qu'illustré à la figure 6b, les flux d'ensembles anodiques peuvent comprendre plusieurs branches (HC1 à HC7). Certaines branches (HC1 à HC4) longent les cuves

d'électrolyse et circulent de préférence à l'intérieur des halls (1). Des branches communes (HC5, HC6, HC7) peuvent récupérer les flux provenant de plusieurs branches. De préférence, les flux d'ensembles anodiques comprennent une branche (HC7) interne à la zone de mise à disposition et de recyclage d'ensembles anodiques (C). Dans le cas illustré à la figure 6b, les flux d'ensembles anodiques neufs (en direction des cuves d'électrolyse) et les flux d'ensembles anodiques usés (en provenance des cuves d'électrolyse) suivent des parcours sensiblement identiques (mais de sens opposés) sauf à l'intérieur de la zone C. De préférence, la zone C comprend aussi des moyens pour assembler les ensembles anodiques, à partir de blocs anodiques cuits et de tiges d'anode recyclées ou neuves, et/ou des moyens pour séparer les blocs anodiques (usés ou défectueux) et les tiges.

La zone C peut comprendre l'ensemble des moyens de fabrication de blocs anodiques, tels qu'un atelier à pâte, des moyens de mise en forme des blocs anodiques crus et un four de cuisson à feu tournant. Ce regroupement permet une implantation compacte des installations qui conduit à une concentration des opérations productrices de poussières de carbone, ainsi que des appareils de manutention et de procédé.

Il peut aussi être avantageux de fabriquer les blocs anodiques dans une usine distincte, extérieure au site, auquel cas la zone C peut ne comprendre que des moyens tels que des moyens de manutention et de stockage des blocs anodiques.

Il est également particulièrement avantageux de regrouper les zones C et B. Ce regroupement permet de récupérer de manière plus efficace les croûtes de bain solidifié sur les ensembles anodiques usés retirés des cuves d'électrolyse. En outre, ce regroupement permet de transporter ensemble les ensembles anodiques usés et les croûtes de bain solide retirées des cuves.

Tel qu'illustré à la figure 7b, les flux de bain solide peuvent également comprendre plusieurs branches (HB1 à HB12). Les flux comprennent des branches (HB1 à HB7) relatives au bain "avant traitement" et des branches (HB8 à HB12) relatives au bain

"broyé", c'est-à-dire après traitement. Certaines branches (HB1 à HB4) longent les cuves d'électrolyse et circulent de préférence à l'intérieur des halls (1). Des branches communes (HB5, HB6, HB7) peuvent récupérer les flux provenant de plusieurs branches. De préférence, les flux de bain d'électrolyse comprennent une branche (HB7) interne à la zone de mise à disposition et de recyclage du bain d'électrolyse, qui n'est représentée ici que de manière simplifiée.

Tel qu'illustré à la figure 8b, les flux de métal liquide peuvent également comprendre plusieurs branches (HA1 à HA7). Certaines branches (HA1 à HA4) longent les cuves d'électrolyse et circulent de préférence à l'intérieur des halls (1). Des branches communes (HA5, HA6, HA7) peuvent récupérer les flux provenant de plusieurs branches. De préférence, les flux de métal liquide comprennent une branche (HA7) interne à la zone de traitement de l'aluminium liquide, qui n'est représentée ici que de manière simplifiée.

La zone de traitement de l'aluminium liquide (A) peut comprendre une fonderie dans laquelle le métal liquide peut être élaboré, traité et mis en forme. Selon une variante de l'invention dans laquelle les moyens de fonderie sont localisés dans une usine distincte, extérieure au site, la zone de traitement (A) peut ne comprendre qu'un nombre réduit de moyens, tels que des moyens de manutention et de chargement du métal liquide et, éventuellement, des moyens de refroidissement.

Tel qu'illustré à la figure 9b, l'usine d'électrolyse selon l'invention comprend aussi :

- des moyens pour transporter et acheminer des matières premières, telles que de l'alumine, des points entrées (E1, E2) de l'usine aux zones opérationnelles correspondantes, selon des flux d'entrée déterminés, tels qu'un flux d'alumine (FA0) et un flux de carbone (FC0) ;
- des moyens pour transporter et acheminer des produits finaux, tels que des produits de fonderie en aluminium, de zones opérationnelles vers les points de sortie (S1), selon des flux de sortie déterminés (FM).

Tel qu'illustré à la figure 10b, en régime normal, les flux de personnel (représentés par des flèches) n'empruntent pas les zones de circulation réservées (100). Le personnel peut toutefois circuler sur des voies parallèles à ces zones et, éventuellement, pénétrer dans les zones réservées pour des opérations d'entretien ou de dépannage. Les surfaces hachurées correspondent à des espaces typiquement réservés aux bureaux. L'usine selon l'invention comprend de préférence des voies de circulation (6, 61, 62, 63) pour le personnel qui n'interceptent pas les zones réservées (100). Le personnel se déplace et travaille à l'intérieur des halls d'électrolyse sans emprunter les voies réservées situées dans les zones de circulation réservées. Les points de croisements entre les zones réservées et les zones de circulation du personnel peuvent être évités par des voies de passages situées à des niveaux différents, tels que des passages souterrains, des passerelles, des escaliers, des escalators ou des ascenseurs.

Des moyens de transports particuliers peuvent être prévus dans des zones parallèles ou superposées, lesquelles zones n'interceptent pas les zones de circulation réservées. Par exemples, des transbordeurs peuvent être prévus au-dessus de certaines zones réservées afin de transporter certaines machines de service ou des caissons entre les zones de production (H) et la zone d'entretien (E).

20

Avantages

L'invention permet de limiter fortement le nombre des voies d'accès (7) aux halls d'électrolyse.

25

L'invention permet de répartir plus efficacement les transports entre les zones (ou secteurs) opérationnelles de l'usine. En particulier, elle permet le rapprochement des bâtiments et le développement de synergies entre les zones opérationnelles. Elle évite également de recourir à des stocks intermédiaires importants de matières premières ou de produits transformés. Elle diminue aussi les risques d'accidents liés aux transports.

30

L'invention permet d'éviter à du personnel certaines tâches de manutentions répétitives et sans complexité. En outre, elle permet de limiter la diversité et le nombre des opérations confiées aux opérateurs et aux machines de service, permettant ainsi l'amélioration de la qualité et régularité des travaux de service des cuves, donc aussi la performance opérationnelle du procédé industriel dans son ensemble.

L'invention permet également d'éviter que des machines sophistiquées, normalement prévues pour le service des cuves soient aussi utilisées à des fonctions de transport de charges importantes sur des trajets simples, des distances parfois longues et à des fréquences élevées. Elle permet aussi d'éviter la concentration des manutentions de flux lourds à l'intérieur des halls d'électrolyse, réduisant ainsi les coûts de construction et limitant les dysfonctionnements dont une partie importante est due à des effets cumulatifs des différentes pannes d'équipement ou erreurs humaines.

L'invention permet aussi l'automatisation de tâches simples et répétitives, qui, dans les usines de l'art antérieur, sont assurées par des machines qui sont également utilisées à des tâches compliquées et difficilement automatisables.

L'invention permet une diminution significative des structures d'accès, des escaliers, des passerelles et des systèmes et installations y relatifs, tels que les systèmes d'éclairage, de protection incendie, de climatisation/chauffage et/ou de communication.

REVENDICATIONS

1. Arrangement d'une usine d'électrolyse (10) pour la production d'aluminium selon le procédé Hall-Héroult, ladite usine (10) comprenant au moins une zone de production d'aluminium liquide (H) comportant des cuves d'électrolyse disposées en files, des installations de mise à disposition et de recyclage d'ensembles anodiques, des installations de mise à disposition et de recyclage de bain d'électrolyse, des installations de traitement de l'aluminium liquide, ledit arrangement étant caractérisé en ce qu'il comprend :
- 5
- 10 - des zones opérationnelles d'intendance spécifiques dont une zone (C) où sont regroupées les installations de mise à disposition et de recyclage d'ensembles anodiques, une zone (B) où sont regroupées les installations de mise à disposition et de recyclage de bain d'électrolyse et une zone (A) où sont regroupées les installations de traitement de l'aluminium liquide,
- 15 - des moyens de transport pour acheminer des produits intermédiaires dits lourds entre lesdites zones opérationnelles, selon des flux intermédiaires déterminés (HC1-HC7, HB1-HB12, HA1-HA7), lesdits produits intermédiaires incluant de l'aluminium liquide, des ensembles anodiques et du bain d'électrolyse solide,
- 20 - au moins une zone de circulation (101, 102, 103, 104, 105, 106, 110, 111, 112, 113) réservée à tout ou partie desdits moyens de transport de produits intermédiaires lourds.
2. Arrangement selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au moins un des produits intermédiaires lourds est entièrement acheminé dans au moins une zone de circulation réservée (101, 102, 103, 104, 105, 106, 110, 111, 112, 113).
- 25
3. Arrangement selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'aluminium liquide, les ensembles anodiques et le bain d'électrolyse solide sont entièrement acheminés dans au moins une zone de circulation réservée (101, 102, 103, 104, 105, 106, 110, 111, 112, 113).
- 30

4. Arrangement selon la revendication 1 ou 3, caractérisé en ce qu'au moins une zone de circulation réservée (101, 102, 110, 111, 112, 113) est commune à au moins deux produits intermédiaires lourds distincts.
- 5 5. Arrangement selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend en outre au moins une zone opérationnelle d'intendance dite "d'entretien" (E) où sont regroupés tout ou partie des opérations d'entretien et de maintenance.
- 10 6. Arrangement selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comprend en outre au moins une zone opérationnelle d'intendance dite "d'administration" (D) où sont regroupés tout ou partie des opérations administratives.
- 15 7. Arrangement selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la zone de mise à disposition et de recyclage des ensembles anodiques (C) comprend en outre des moyens de fabrication de blocs anodiques.
- 20 8. Arrangement selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la zone de mise à disposition et de recyclage des ensembles anodiques (C) et la zone de mise à disposition et de recyclage du bain d'électrolyse (B) sont regroupées.
- 25 9. Arrangement selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'au moins une zone de circulation réservée (101, 102, 103) relie au moins trois desdites zones opérationnelles.
- 30 10. Arrangement selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'au moins une zone de circulation réservée (100) relie l'ensemble desdites zones opérationnelles.

11. Arrangement selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'au moins une zone de circulation réservée (101, 102), dite "transversale", est sensiblement perpendiculaire aux dites files de cuves d'électrolyse.
- 5 12. Arrangement selon la revendication 11, caractérisé en ce que chaque zone d'intendance est reliée à la, ou chaque, zone de production d'aluminium liquide (H) par au moins une zone de circulation réservée transversale (101, 102).
- 10 13. Arrangement selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'au moins une zone de circulation réservée (101, 102, 103), dite "principale", passe sensiblement par le barycentre de la ou de chaque zone de production d'aluminium liquide (H).
- 15 14. Arrangement selon la revendication 13, caractérisé en ce que chaque zone d'intendance est reliée à la, ou chaque, zone de production d'aluminium liquide (H) par au moins une zone de circulation réservée principale (101, 102, 103).
- 20 15. Arrangement selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce qu'il comprend en outre au moins un bâtiment de couverture spécifique (121, 122) pour abriter au moins une zone de circulation réservée (101, 102).
- 25 16. Arrangement selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce qu'au moins une zone de circulation réservée (110, 111, 112, 113) longe lesdites files de cuves d'électrolyse.
17. Arrangement selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisé en ce que lesdits moyens de transport sont automatisés.
- 30 18. Arrangement selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, caractérisé en ce que lesdits moyens de transport comprennent au moins une navette.

19. Arrangement selon l'une quelconque des revendications 1 à 18, caractérisé en ce que lesdits moyens de transport comprennent des moyens de manutention.
20. Arrangement selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, caractérisé en ce
5 que lesdits moyens de transport comprennent un réseau sur rails.
21. Arrangement selon l'une quelconque des revendications 1 à 20, caractérisé en ce
10 que lesdits moyens de transport comprennent au moins un convoyeur.

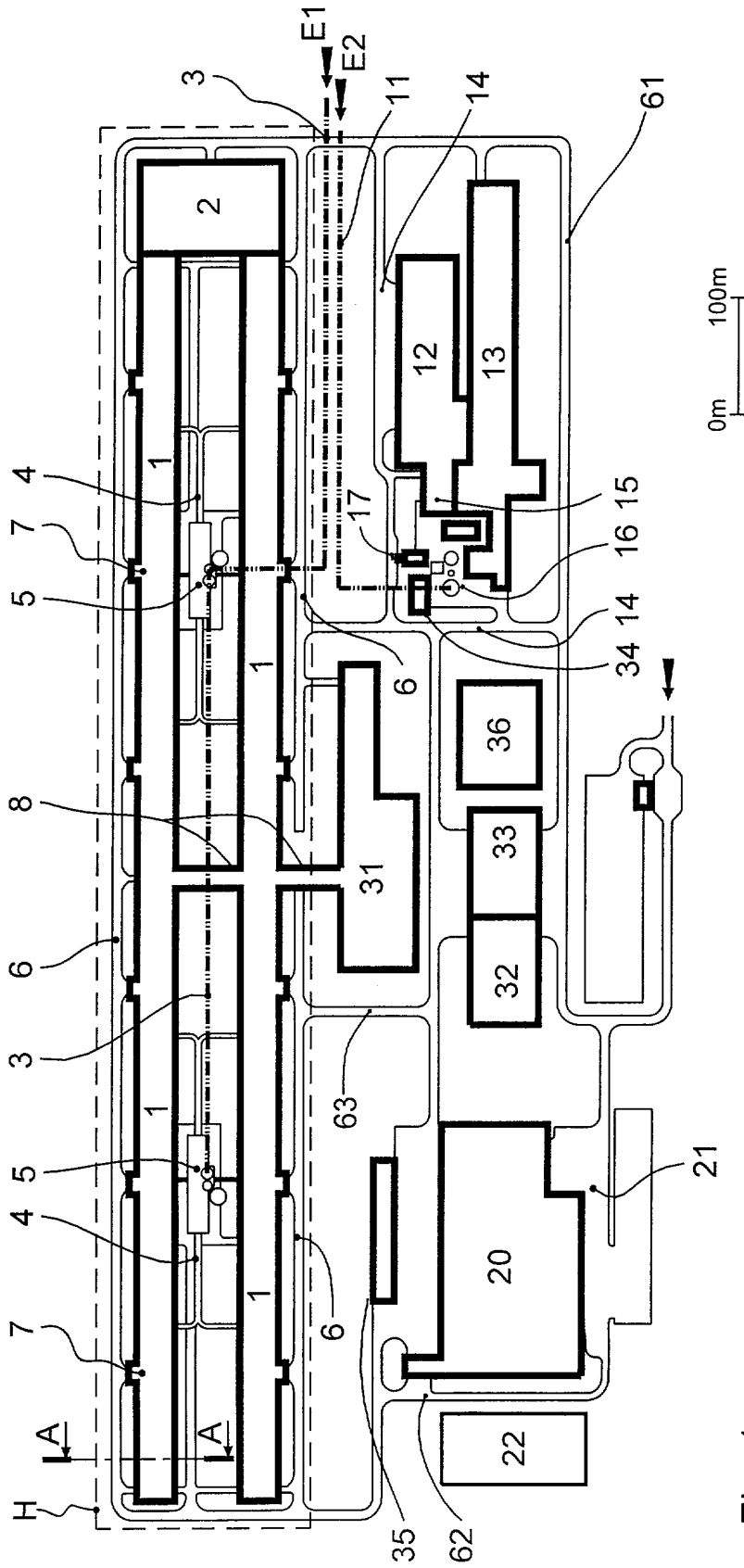


Fig. 1

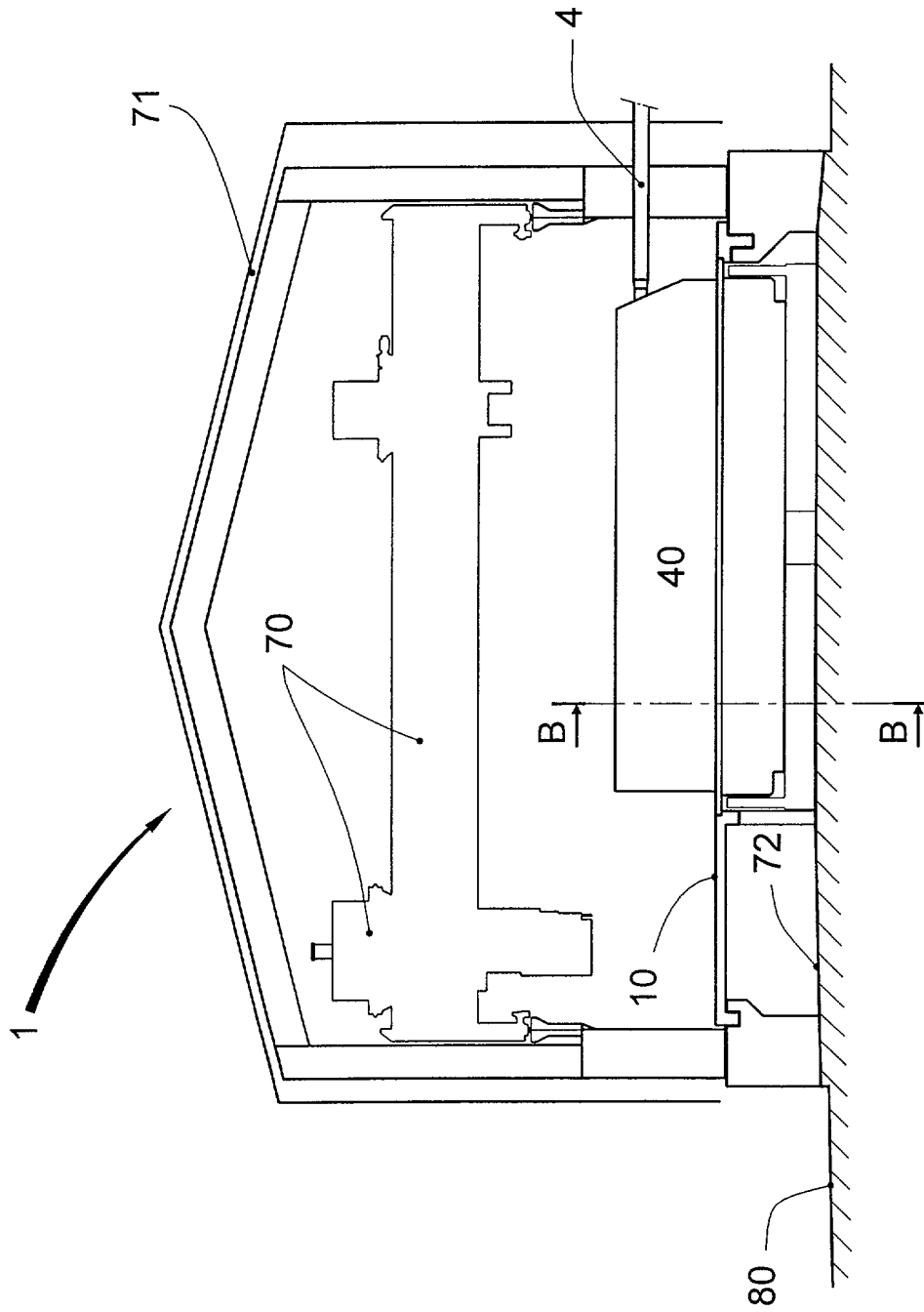


Fig. 2

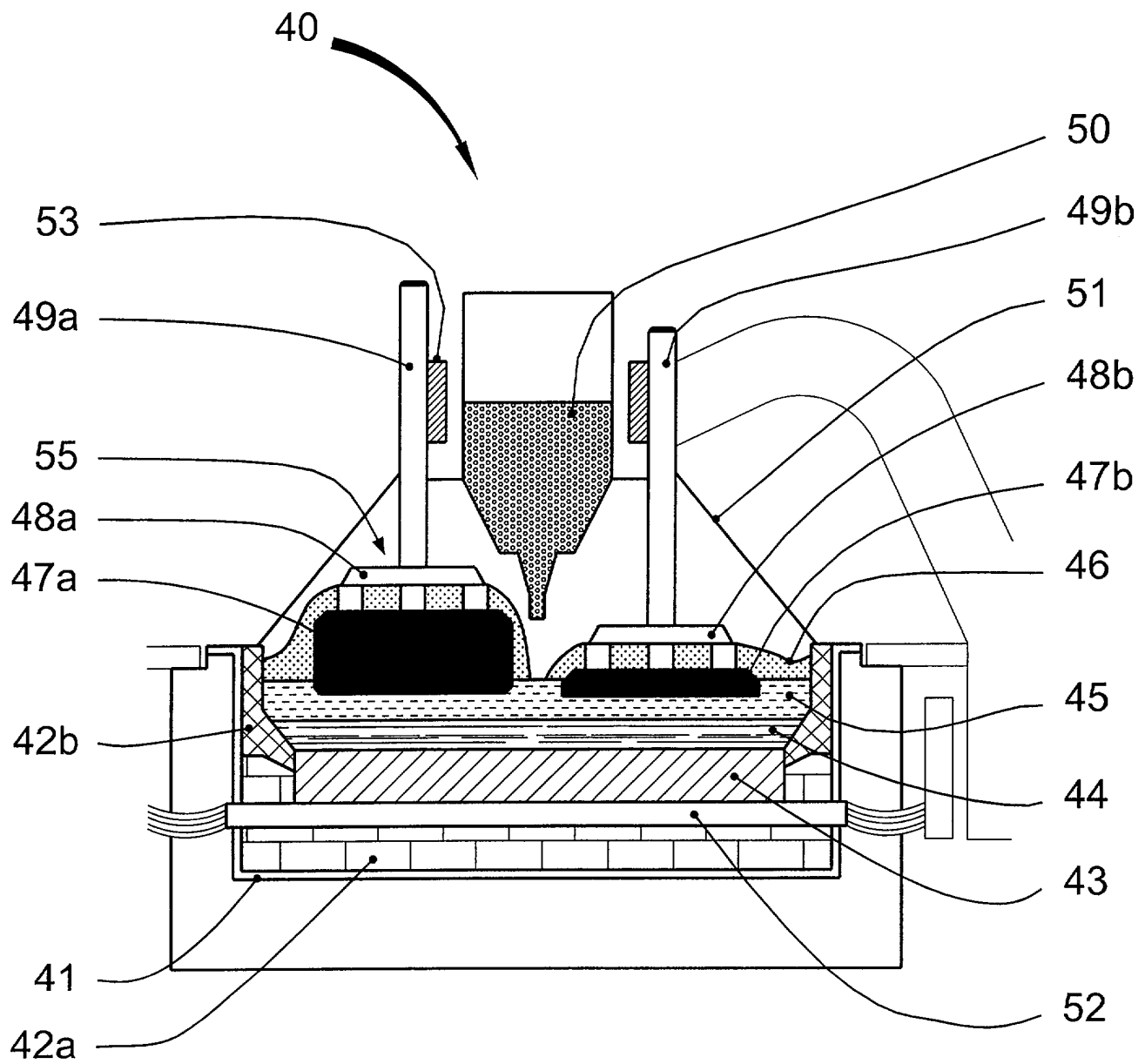


Fig. 3

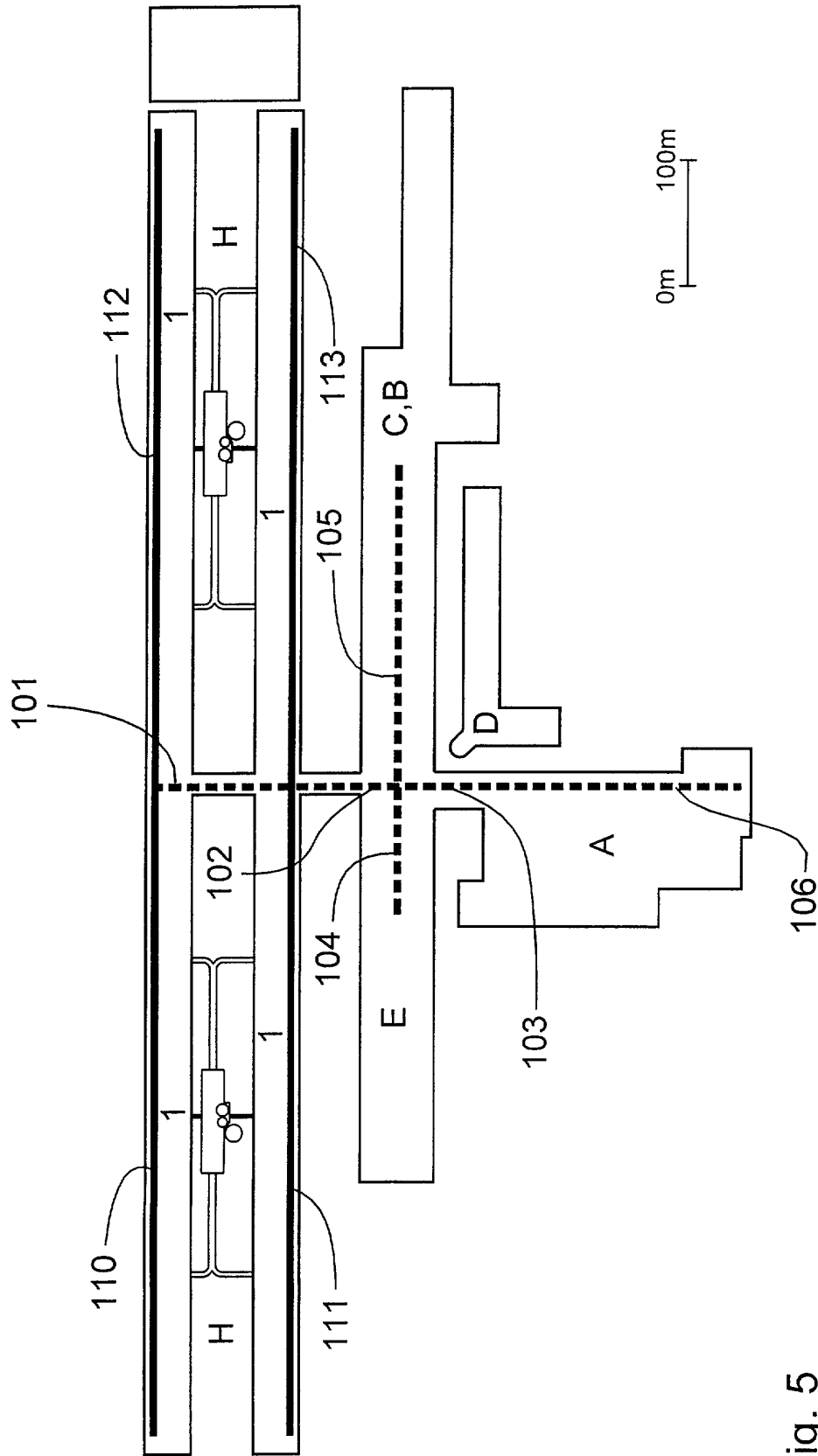


Fig. 5

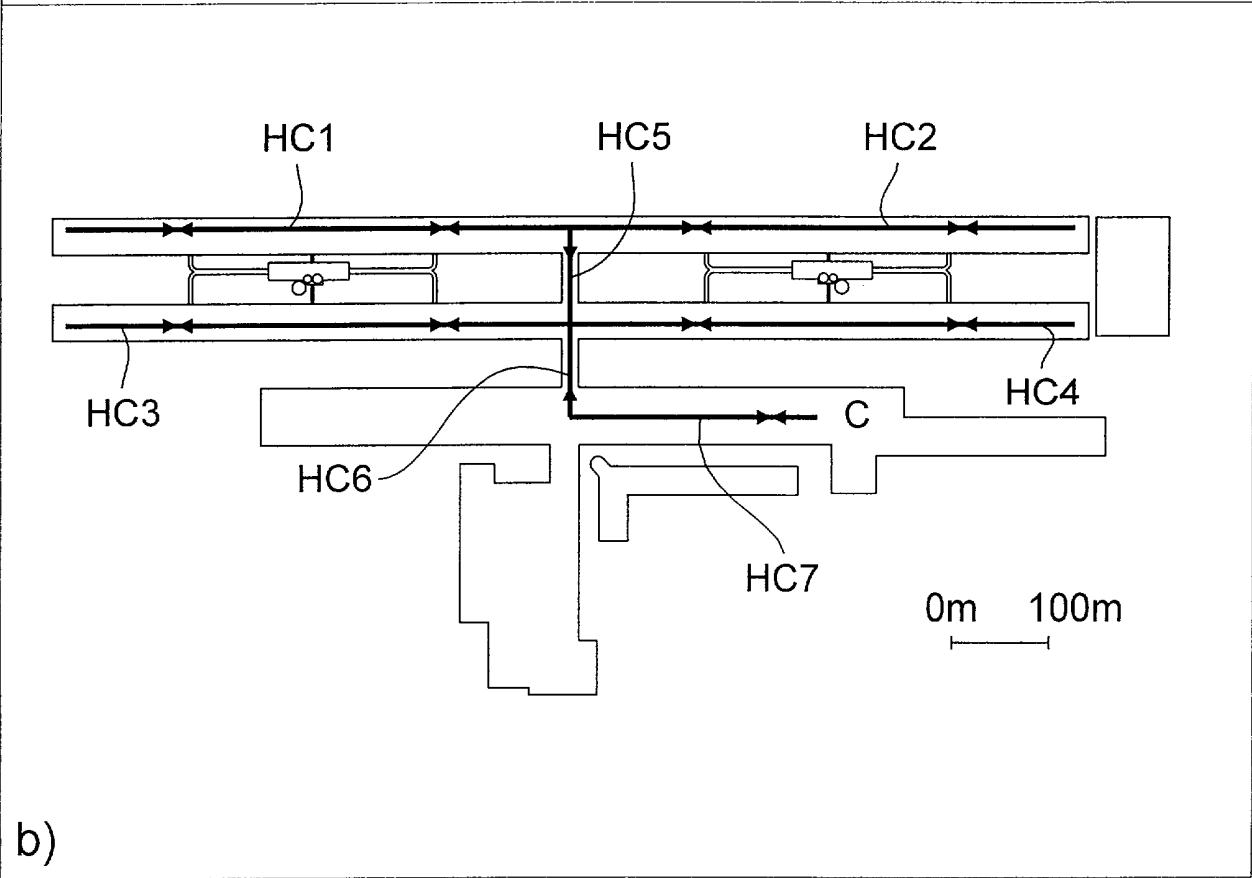
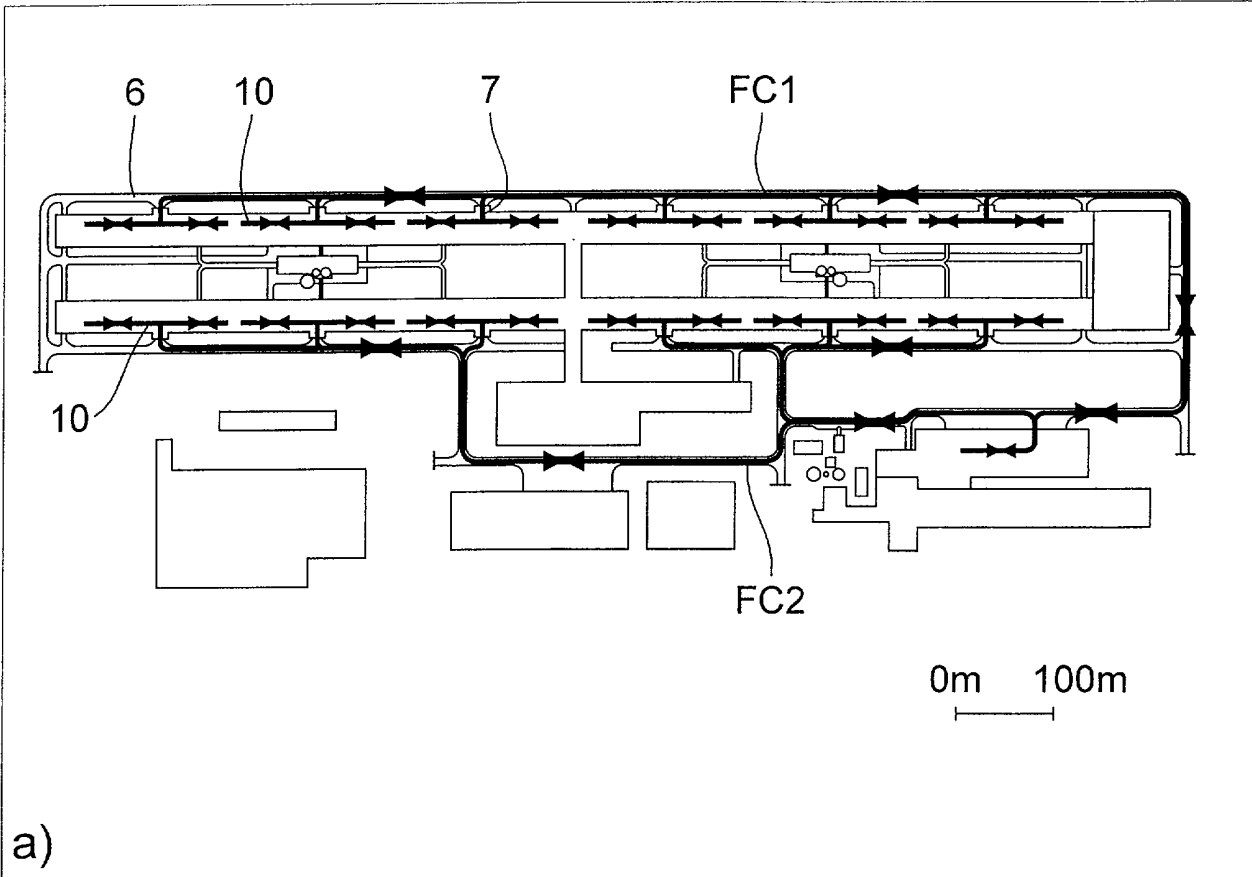


Fig. 6.

7/10

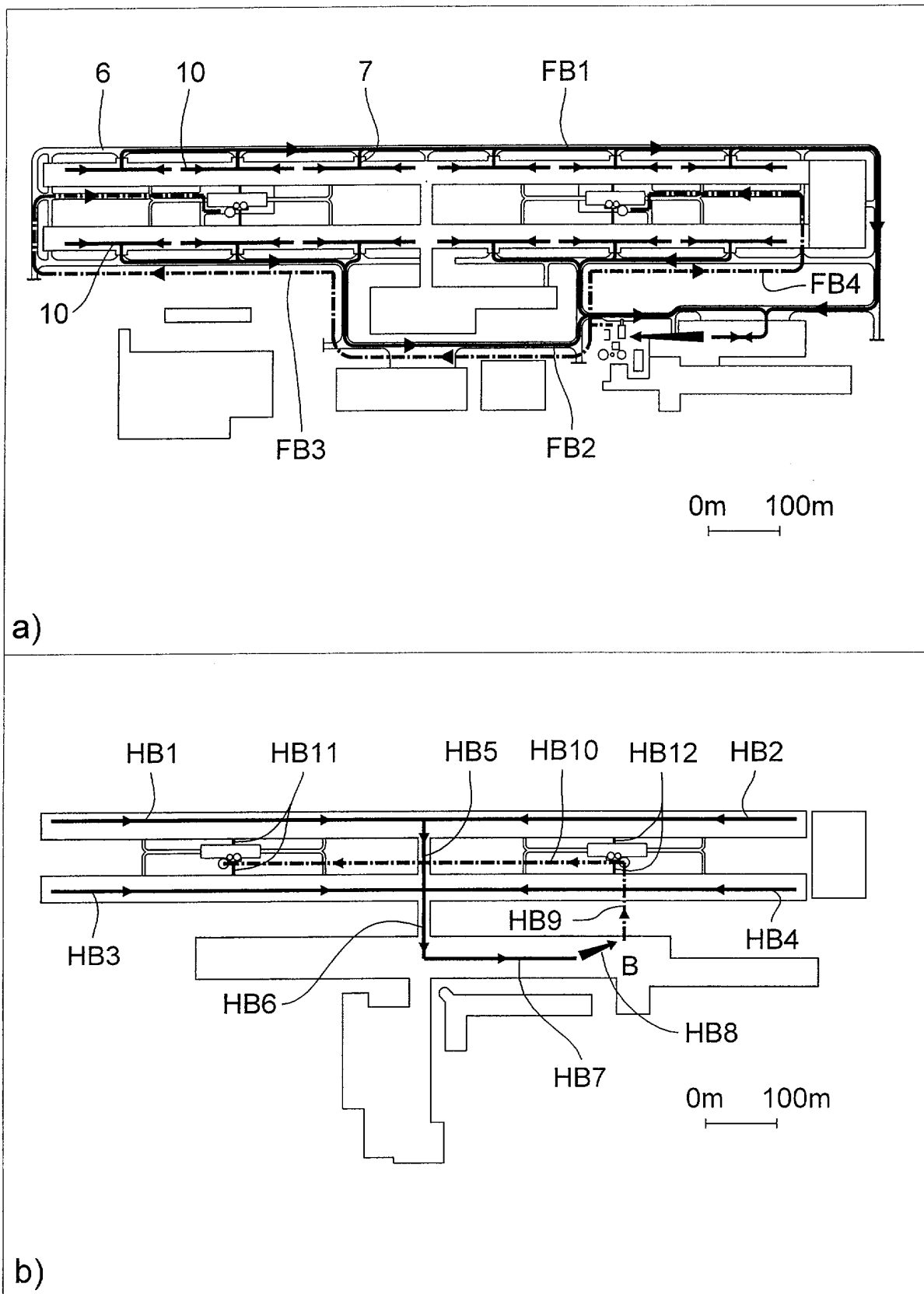


Fig. 7

8/10



Fig. 8

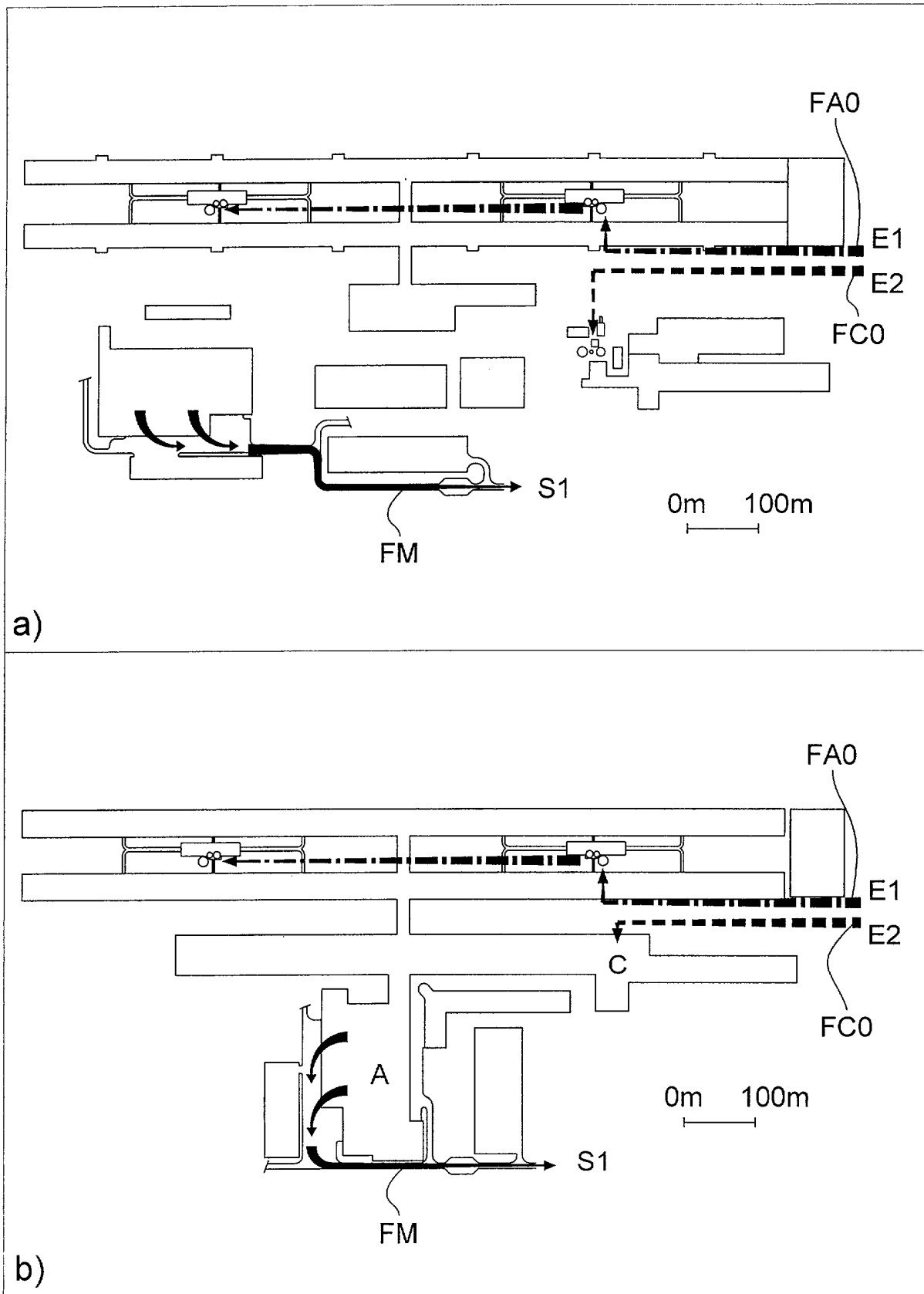


Fig. 9

10/10

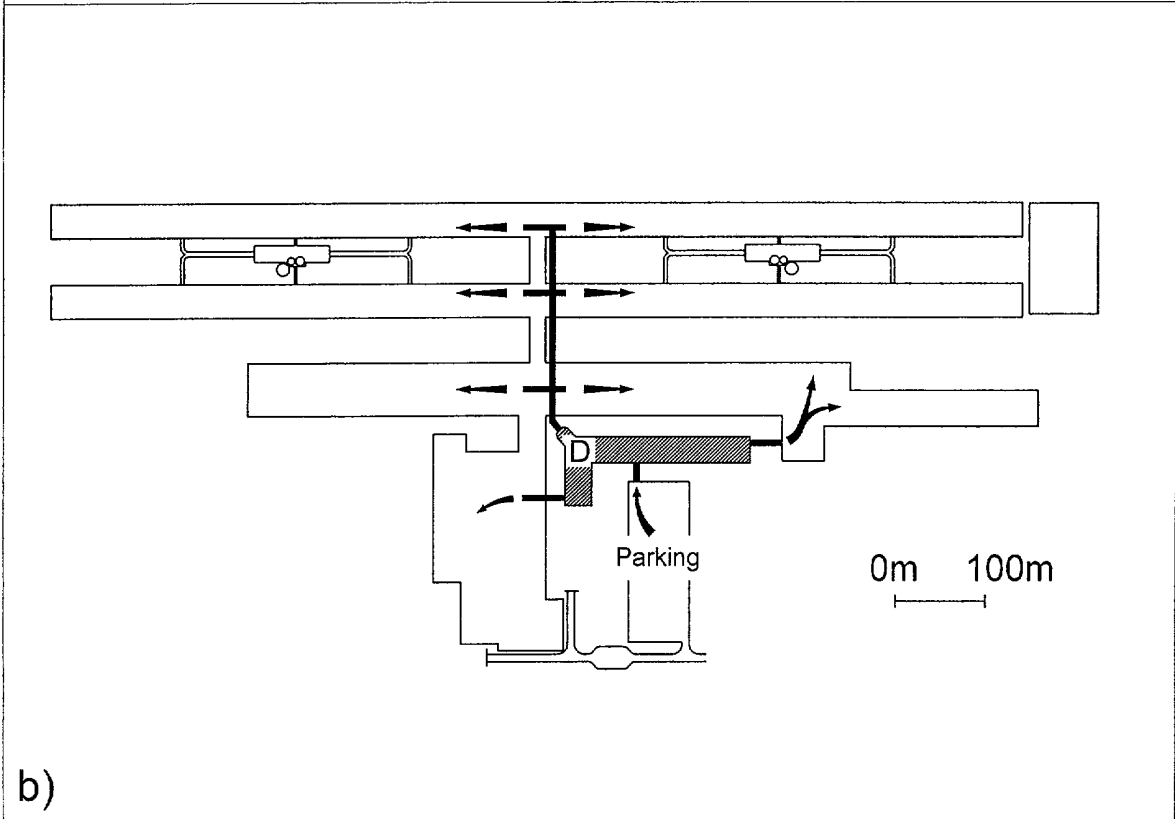
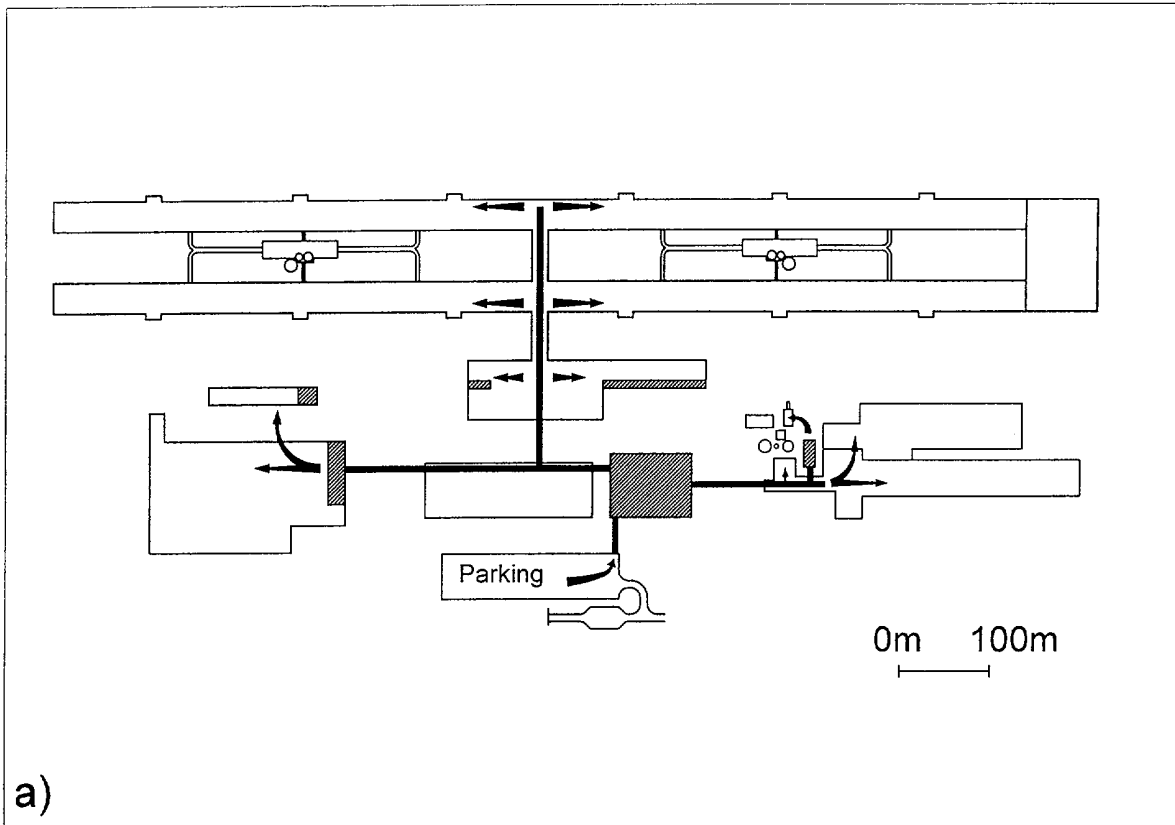


Fig. 10



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 586412
FR 0003813

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	<p>ASSET R.: "Mécanisation en continu de la réduction de l'alumine par ls anodes de carbone"</p> <p>LA TECHNIQUE MODERNE, vol. 64, no. 12, 1972, pages 65-67, XP002155185</p> <p>* page 65, colonne DROITE, ligne 45 - page 65, colonne GAUCHE, ligne 25 *</p> <p>* figure 2 *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1	<p>C25C3/06 E04H5/02</p>
			<p>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)</p>
			<p>C25C</p>
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		12 décembre 2000	Groseiller, P
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p>		<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons</p> <p>..... & : membre de la même famille, document correspondant</p>	

1

EPO FORM 1503 12.99 (P/4C14)