[19] **المملكة العربية السعودية SA**
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

[11] رقم البراءة: ١٤٢١
[45] تاريخ المنح ١٤٢٧/٠٩/١٨هـ
الموافـــق: ٢٠٠٦/١٠/١١م

[12] براءة اختراع

[72] **اسم المخترع:** ستيفين كراج مونتاجيو ، بريان ويليـــام فويلكير

[73] **مالك البراءة:** ميدريكس أنترناشونال بي. في.
روتردام، زيورخ برانش
عنوانه: لوينستراسي ٣٢ ، سي اتش ٨٠٠١ زيورخ ، سويسرا

[74] **الوكيل:** سليمان ابراهيم العمار

[21] **رقم الطلب:** ٠٠٢٠١٠١٤

[22] **تاريخ الإيداع :** ١٤٢٠/١١/٢١ هـ
الموافق : ٢٠٠٠/٠٢/٢٧ م

[30] **بيانات الأسبقية:**
١٩٩٩/٠٨/٢٠م أمريكا [US] ١٥٠٠٣٦

[51] **التصنيف الدولي[7] :**
Int. Cl.[7] :C21B 007/14

[56] **المراجع:**
براءة أمريكية ٦١٣٢٤٨٩ ٢٠٠٠/١٠/١٧م

اسم الفاحص : حسن بن علي المزنعي

[54] **اسم الاختراع:** نظام لتفريغ الحديد المنـــتج بـــالإختزال المباشر DRI

[57] **الملخص:** طريقة وجهاز للإمداد بنسب متغيره من الحديد الساخن والحديد البارد – فى نفس الوقت – والمنتجين بالإختزال المباشر hot and cold direct reduced iron (DRI)من مصدر للحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر وذلك لأغراض الصهر melting أو التخزين storage ، أو التطويب briquetting ، أو النقل transport . ويستغل النظام الجاذبية الأرضية لنقل مادة الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر من فرن إختزال reduction furnace إلى قسم تفريغ الفرن a furnace discharge ، والذى يقوم بنقل الكميات المطلوبة إلى إناء تبريد وإلى وعاء للحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر . ويتصل قسم التبريد الخاص بالجهاز بقسم تفريغ الفرن من خلال فرع محكم متحرك . ويتصل القسم الساخن أيضا بقسم تفريغ الفرن من خلال فرع محكم متحرك منفصل ويمكن أن يغذى وعـــاء منع التمُّور a surge vessel ، أو جهاز صنع القوالـــبa briquetter ، أو وعاء تخزين ، أو فرن صهر . وقد تم أيضا الكشف عن طريقة التشغيل .

١٠ عناصر حماية ، ٥ أشكال

نظام لتفريغ الحديد المنتج بالإختزال المباشر DRI

الوصف الكامل

خلفيَّة الإختراع

يتعلق الإختراع الحالى بطريقة وجهاز يقوم - وفى نفس الوقت - بالإمداد بكل من الحديد الساخن والبارد المنتجين بالإختزال المباشر hot and cold direct reduced iron (DRI) من مصدر مستمر للإمداد بالحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر وذلك باستغلال الجاذبيَّة ، مثل فرن إختزال مباشر reduction furnace تقليدى على سبيل المثال .

يتم إنتاج الحديد الإسفنجى sponge iron ، أو الكريَّات الممُعَدنة ، أو القوالب ، أو المواد المعدنيَّة المنتجة بالاختزال مثل الحديد المنتج بالإختزال المباشر DRI ("DRI") ، أو النيكل nickel ، أو ما شابههم وذلك بالإختزال المباشر لخامات أو لأكسيدات معادن metal oxides . وهناك كميات كبيرة من كريات الحديد الممعدن metallized iron يتم إنتاجها فى عملية الإختزال المباشر حيث يتم إختزال أكسيد الحديد Iron Oxide الدقائقى particulate iron oxide إختزالا تاما إلى حديد معدنى metallic iron وذلك عن طريق التلامس المباشر مع غاز مختزل مثل خليط الهيدروجين hydrogen و أول أكسيد الكربون carbon monoxide .و من خلال تلك المواصفات وعناصر الحماية المرفقة ، فإن تعبير "كُريَّات مُمعَدنه metallized pellets " سوف يقصد به كريَّات تحمل معدنا ، مثل الحديد الإسفنجى sponge iron ، والقوالب briquettes ، و الحديد المنتج بالإختزال المباشر DRI ، والصور الأخرى المدمجة للمعدن المنتج بالإختزال وما شابههم والتى تحتوى على ٨٠٪ على الأقل من المعدن الموجود بها فى الحالة المعدنية والباقى يكون أساساً فى صورة أكسيد معدنى metallic oxide .ولذلك يعتبر كربيد الحديد iron carbide حديداً فى الحالة المعدنيَّة .ولا تعنى كلمة "مُمعدن Metallized " فى هذه المواصفات أنه مُغطَّى أو مطلى

بالمعدن ، ولكنها تعنى أنه مختزل بصورة كاملة تقريباً إلى الحالة المعدنيَّة . ولسهولة المناقشة والتوضيح ، فإن معظم هذا التوصيف سوف ينصبَّ على الإختراع حيث أنه يتعلَّق بالحديد المنتج بالإختزال المباشر DRI ، بالرغم من أنه يجب أن يكون مفهوما أن الإختراع ينطبق بنفس الجودة على الصور الأخرى للـ "كريات الممعدنة metallized pellets " من أي حجم أو أي معدن .

وهناك مشكلة تتعلَّق بالحديد المنتج بالإختزال المباشر DRI كمادة خام لصنع الصلب أو المنتجات الأخرى وتتمثل فى قابليَّته الذاتية لتكرار التأكسد كلماً تعرَّض إلى الهواء أو الماء . ويتسبَّب تعرُّض كتلة من الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر للهواء الجوى والرطوبة فى تكرار تأكسد re-oxidation المعدن ("صدأ rusting ") مع فقد ملحوظ فى نسبة المعدن . وتنتج عملية تكرار التأكسد re-oxidation حرارة أيضا ، ويمكن لهذه الحرارة أن ترفع إلى حد كبير درجة حرارة كتلة الحديد المنتج بالإختزال المباشر DRI . وتطلق عملية تكرار الأكسدة re-oxidation الهيدروجين hydrogen المرتبط بالماء إلى الوسط المحيط مباشرة . وفى ظروف ملائمة ، يمكن أن يُشعل الحديد المنتج بالإختزال المباشرة الهيدروجين hydrogen المتصاعد مما يتسبب فى توليد كمية إضافية من الحرارة وتكوُّن هيدروجين hydrogen إضافى ، كما يحتمل أن يؤدى إلى حدوث انفجار داخل شبكة أنابيب النقل أو داخل وحدات التخزين .

ويجب إزالة الحديد المنتج بالإختزال المباشر DRI من فرن الإختزال المباشر حتى يكون مفيداً. ويلزم إتباع طرق محددة لنقل الحديد بالإختزال المباشر لتقليل مخاطر إعادة التأكسد . ومن الطرق الشائعة لتقليل مخاطر إعادة التأكسد تبريد الحديد المنتج بالإختزال المباشر DRI إلى درجة حرارة منخفضة بما فيه الكفاية ، (أقل من حوالى ١٠٠°م) لمنع إشتعال أى هيدروجين hydrogen ينطلق نتيجة لعملية الأكسدة . وأحد عيوب تلك الطريقة أن النظم الحالية لإنتاج

الحديد بالإختزال المباشر هى بالتحديد من المسائل التى تنطبق عليها مقولة "كل شئ أو لا شئ" فيما يتعلَّق بالتبريد . فإما أن يتم تبريد كل مادة الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشرة الخارجة من فرن معين أو عدم تبريد أى منها إطلاقا .

ومن الطرق المعروفة للنقل يمكن ذكر النقل باستخدام ضغط الهواء لنقل الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر خلال شبكة أنابيب من الفرن إلى وحدة تخزين خارجيَّة . وتتضمن عيوب تلك الطريقة ما يلى :

- يلزم عمل شبكة أنابيب مُوسَّعة لنقل الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر خلال فروق لا يستهان بها فى الإرتفاع .
- ويلزم دخول طاقة إضافيَّة إلى الغازات المستخدمة فى النقل بالهواء المضغوط .
- كما توجد فرصة لتسرُّب الأكسجين إلى شبكة النقل .
- ويحدث نقص فى الحجم للحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر من حجم الشذرات إلى الحجم الدقائقى أثناء النقل إلى وحدات تخزين بعيدة نظرا للتصادم والبرى .

ولا يستخدم الإختراع الحالى النقل بالهواء المضغوط ، ولكنه بدلا من ذلك يقدم طريقة وجهازا لإزالة الخرج المستمر من مادة الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر من فرن الإختزال المباشر ونقل هذا الخرج باستغلال الجاذبية الأرضيَّة إلى عملية معالجة تالية أو إلى التخزين . ويمكن – وفى نفس الوقت – أن يقدم الإختراع مادة حديد ساخن منتج بالإختزال المباشر يستخدم فى الخطوات التالية مثل الصهر melting أو التطويب briquetting . ويمكن أن يقوم الإختراع أيضا بتبريد مادة الحديد المنتج بالإختزال المباشر DRI حتى يمكن نقله أو تخزينه أو استخدامه بأى صورة أخرى .

ويتعلّق الكشف الخاص بهذا الإختراع بعناصر أو مكونات فى عملية "ميدركس" (Midrex). وقد تم كشف النقاب عن عملية "ميدركس Midrex " والجهاز الخاص بالإختزال المباشر فى براءات الإختراع الأمريكيَّة الآتية :

- رقم ٣ ٧٤٨ ١٢٠ وعنوانها "طريقة لإختزال أكسيد الحديد Iron Oxide إلى معدن الحديد Metallic Iron " .
- رقم ٣ ٧٤٩ ٣٨٦ وعنوانها "طريقة لإختزال أكاسيد الحديد Iron Oxides فى عملية إختزال باستخدام الغازات Gaseous " .
- رقم ٣ ٧٦٤ ١٢٣ وعنوانها "جهاز لإختزال أكسيد الحديد Iron Oxide إلى معدن الحديد Metallic Iron ".
- رقم ٣ ٨١٦ ١٠١ وعنوانها "طريقة لإختزال أكاسيد الحديد Iron Oxides فى عملية إختزال باستخدام الغازات Gaseous"
- رقم ٤ ٠٤٦ ٥٥٧ وعنوانها "طريقة لإنتاج جسيمات من معدن الحديد Metallic Iron " .

وكل هذه البراءات تم الاستعانة بها هنا كمراجع .

وصف عام للاختراع

هذا الإختراع عبارة عن نظام للإمداد بكل من الحديد الساخن والبارد والمنتجين بالإختزال المباشر من مصدر للإمداد المستمر وذلك باستغلال الجاذبيَّة الأرضيَّة . والإختراع عبارة عن جهاز يقوم بتفريغ الحديد الساخن والحديد البارد – فى نفس الوقت – والمنتجين بالإختزال المباشر من مصدر للإمداد المستمر بالحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر .

ويتضمن الإختراع قسما لتفريغ الفرن ، وقسما للتفريغ على الساخن ، وقسما للتفريغ على البارد. ولقسم تفريغ الفرن زوج من مخارج التفريغ لتفريغ مادة الحديد المنتج بالإختزال المباشر DRI ومجموعة من أجهزة التغذية . ويستقبل قسم التفريغ على الساخن – بفعل الجاذبية – الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر من مخرج التفريغ الأوّل لمخروط التفريغ على الساخن ويُنقل الحديد المنتج بالإختزال المباشر DRI فى قناة أو أنبوب إلى فرن صهر أو وعاء نقل على الساخن . ويستقبل قسم التفريغ على البارد – بفعل الجاذبيَّة – مادة الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر من مخرج التفريغ لقسم تفريغ الفرن ، وينقل الحديد المنتج بالإختزال المباشر DRI إلى المُبرِّد خلال قناة تُبرِّد الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر ، وتفرِّغ الحديد البارد المنتج بالإختزال المباشر .

أهداف الإختراع :

الهدف الرئيسى من الإختراع الحالى هو تقديم طريقة مُحسَّنة يمكن بها تقديم كل من الحديد الساخن والحديد البارد – فى نفس الوقت – والمنتجين بالإختزال المباشر من مصدر للإمداد المستمر بمادة الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر .

ومن الأهداف الأخرى لهذا الإختراع ، تقديم طريقة مُحسّنة توفِّر كُلاً من الحديد الساخن والحديد البارد – فى نفس الوقت – والمنتجين بالإختزال المباشر من مصدر للإمداد المستمر بمادة الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر ، ويتم الحصول على الحديد المنتج بالإختزال المباشر DRI عند درجة حرارة لا تقل عن ٧٠٠°م .

ومن الأهداف الأخرى لهذا الإختراع تقديم جهاز يوفر كلا من الحديد الساخن والحديد البارد - فى نفس الوقت - والمنتجين بالإختزال المباشر من مصدر إمداد مستمر بمادة الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر .

شرح مختصر للرسومات

سوف تصبح الأهداف السابق ذكرها - وكذلك الأهداف الأخرى - أكثر وضوحا بالرجوع إلى الشرح التفصيلى التالى والرسوم الملحقة والتى هى :

شكل ١ : منظر أمامى جانبى لفرن إختزال مباشر مع جهاز التغذية والتفريغ الخاص به وفقا للإختراع الحالى .

شكل ٢ : منظر أمامى جانبى للنموذج الأول من الإختراع والذى يتضمَّن توصيل فرن الإختزال المباشر بفرن يعمل بالقوس الكهربائى (EAF) .

شكل ٣ : منظر أفقى للنموذج الأوّل من الإختراع يوصِّل فرن إختزال مباشر بفرن تقليدى يعمل بالقوس الكهربائى electric arc furnace (EAF) .

شكل ٤ : منظر أمامى لنموذج مرادف من نماذج الإختراع يوصل فرن إختزال مباشر بفرن صهر مستمر continuous melting furnace .

شكل ٥ : منظر أفقى لنموذج مرادف من نماذج الإختراع يوصل فرن الإختزال المباشر بفرن صهر مستمر .

الوصف التفصيلي

الإختراع هو عبارة عن جهاز وطريقة يقومان - بكفاءة وفى نفس الوقت - بتوفير كل من الحديد الساخن والبارد المنتجين بالإختزال المباشر من مصدر إمداد مستمر ، باستغلال الجاذبية الأرضية ، بمادة الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر ومن أمثلة هذا المصدر فرن الإختزال المباشر الذى يعمل بالمحور من نوع ميدركس .

ويلبى الإختراع الحاجة إلى كل من مادة الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر باعتبارها مادة التغذية إلى عملية تصنيع الصلب ، ومادة الحديد البارد المنتج بالإختزال المباشر باعتبارها سلعة قابلة للتخزين للاستخدام النهائى فى فرن .

وهكذا فإن طريقة النقل المستخدمة خلال هذا النظام هى الجاذبية الأرضيَّة ، وليس الهواء المضغوط . وحيث أن الفرن ذا المحور مرتفعا ، فيمكن تفريغه فى مُبَّرد كريَّات أقل إرتفاعاً حتى يمكن إنتاج حديد بارد منتج بالإختزال المباشر وكذلك فى وعاء تموُّر أكثر انخفاضا للتخزين المؤقت للحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر للعمليات التالية (مثل عمليات التطويب briquetting ، و الصهر melting ، الخ) وتوفر تلك التجهيزة المرونة المتفرِّدة لتفريغ كل من الحديد البارد والساخن المنتجين بالإختزال المباشر - وذلك فى نفس الوقت . وعلاوة على ذلك يمكن ضبط عملية التفريغ للحصول على ١٠٠٪ حديد بارد أو ١٠٠ حديد ساخن منتجين بالإختزال المباشر ، أو أى نسبة أخرى تقع بين هاتين النسبتين . ويمكن عمل تلك التضبيطات بمنتهى السرعة وبدون أدنى تأثير فى العمليَّة .

نظرا لأن الإختراع الحالى يتجنَّب استخدام الهواء المضغوط فسيكون هناك أقل فقد فى درجات الحرارة بالنسبة للحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر .وفى الواقع ، يمكن توصيل الحديد

الساخن المنتج بالإختزال المباشر من وعاء التمُّور عند درجة حرارة ٧٠٠°م أو أكثر . ولن يكون هناك أى فقد فى نسبة المعدن نظراً لأن النظام كلهُ محكم والحديد المنتج بالإختزال المباشر DRI يتعرض فقط لأوسط تؤدى إلى إختزاله أو يكون فى وسط خامل . وينتج عن التدفق بفعل الجاذبيَّة أيضا تحلل بسيط جداً يمكن أهماله للمنتج وذلك مما لا يمكن تجنبُّه عند النقل باستخدام الهواء المضغوط . وبعكس نظم النقل بالهواء المضغوط ، فإن التدفق بفعل الجاذبيَّة يمكن أن يشمل مدى حجم كبير للمنتجات (يتراوح بين الحجم الدقائقى ويصل إلى ٢٠٠مم) .

وبالرجوع الآن إلى الأشكال ، وخصوصا شكل ١ نجد أن الجهاز المُختَرع بغرض القيام - فى نفس الوقت - بتفريغ كل من الحديد الساخن والحديد البارد - فى نفس الوقت - والمنتجين بالإختزال المباشر من مصدر للإمداد المستمر بالحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر والذى من أمثلته فرن التفريغ المستمر ١٠ للحديد المنتج بالإختزال المباشر ، والذى يحتوى على قسم تفريغ الفرن ١٢ ، وقناة التفريغ على الساخن ١٤ ، وقناة التفريغ على البارد ١٦ .

ويوضع فرن التفريغ على الساخن ١٠ فوق مُبرِّد كُريَّات ٢٠وفوق أوعية استقبال الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر مثل وعاء التمُّور ٣٠ . ويكون قسم تفريغ الفرن ١٢ على شكل مخروط بصفة عامة . ولقسم تفريغ الفرن ١٢ مساحة علوية ٢٢ لإدخال الحديد المنتج بالإختزال المباشر DRI ومنطقة تفريغ سفلية ٢٤ . وتستقبل منطقة الدخول ٢٢ مادة الحديد المنتج بالإختزال المباشر DRI من الفرن ١٠ . وتنقل المادة بفعل الجاذبية وبمساعدة مغذيات الحمولة العليا ٣٢ ، ومغذيات الحمولة الوسطى ٣٤ ، ومغذيات الحمولة السفلى ٣٦ إلى منطقة الشحن ٢٠ . ويمكن أن يكون لهذا النموذج مغذى تفريغ ٣٨ طبقا للرغبة . ويتم تبريد مغذيات الحمولة بالماء.

وقسم تفريغ الفرن ١٦ هو عبارة عن مخروط حرارى مُبَّطن . ويتم التحكمُ فى معدل تفريغ الحديد البارد المنتج بالإختزال المباشر بواسطة مغذ متذبذب ٢٦ عند فتحة التفريغ ٢٨ لمبِّرد الكريَّات ٢٠ .

وتوصِّل قناة التفريغ الأولى ١٤ بطريقة محكمة بين قسم تفريغ الفرن ١٢ ووعاء استقبال الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر ٣٠ . أما قناة التفريغ الثانية ١٨ فتوصل قسم تفريغ الفرن ١٢ بمبرد الكريَّات ٢٠ .

وقناة التفريغ ١٤ هى عبارة عن فرع محكم يرتبط به جهاز نزع الغازات وتخفيف الضغط . ويمكن نقل مادة الحديد الأولى ٢٤ إلى فرن صهر . وتوصِّل نماذج شكل ٢ قناة التوزيع على الساخن إلى فرن يعمل بالقوس الكهربائى (EAF) . ومع ذلك ، فإن الإختراع سيعمل مع أى فرن صهر ذى سعة مناسبة . وبالإضافة إلى ذلك ، فإن مادة الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر يمكن نقلها إلى فرن صهر بواسطة حاويات معزولة تعرف أحيانا بإسم "علب اللبن milk cans " ، وبواسطة قلاَّبات ميكانيكيَّة mechanical conveyors ، أو يمكن تمرير المادة خلال آلة تطويب briquetting machine لتكوين قوالب يمكن نقلها .

وقناة التفريغ على الساخن ١٤ هى عبارة عن وسيلة إحكام ونقل تختلف عن وسائل الإحكام والنقل التقليديَّة من نوع القادوس المغلق . ووسيلة الإحكام والنقل هى عبارة عن فرع محكم مُتحرك يسمح لوعاء تموُّر مفرد ذى ضغط منخفض بأن يُستخدم كإناء بدلاً من الحاجة إلى "القواديس المغلقة lock hoppers " التى يمكن الاستغناء عنها .

ويمكن لقناة التفريغ على الساخن أن تفرِّغ الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر إلى صندوق التمُّور أو وعاء التموُّر ٣٠ وذلك لأغراض التخزين المؤقت . ولصندوق التموُّر أو وعاء

التمُّور ٣٠ نافث متصل به ٥٦ . ويوفِّر هذا النافث مخرجا لغاز الإحكام ويمنع تكوِّن الضغط الزائد فى الوعاء ٣٠ . ولصندوق التمُّور أو وعاء التمُّور ٤٠ فوهتا تفريغ ٣٨ يمكن بواسطتهما إجراء تحويل سريع لأوعية النقل الساخنة .

وصندوق التموُّر أو وعاء التموُّر ٣٠ مبطن حرارياً . ولصندوق التموُّر أو وعاء التموُّر ٣٠ مخروط تفريغ ٤٠ يفضل أن يصنع من الصلب الذى لا يصدأ لمنع التجسير prevent bridging.

وفى جزء التفريغ على البارد من الجهاز ، يتم نقل مادة الحديد الساخن hot DRI material المنتج بالإختزال المباشر خلال قناة التفريغ على البارد ١٦ إلى مُبِّرد كريَّات ٢٠ . ويتم تبريد مادة الحديد المنتج بالإختزال المباشر DRI فى مُبِّرد الكريَّات ٢٠ وتفريغها فى وعاء مناسب لتخزينها . ويفضل أيضا أن تكون قناة التفريغ على البارد ١٦ عبارة عن فرع مُحكم متحرّك ويقوم هذا الفرع المحكم المتحرك بعزل مُبِّرد الكريَّات ومدخل وعاء تموُّر الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر والذى يحظى بدرجة كبيرة من الأهمية نظراً لأن أفرع الإحكام المتحركة تزيل الحاجة إلى أوعية الضغط العالى والمغذيات الموجودة فى قسم التبريد والتى يمكن – فى هذه الحالة – الاستغناء عنها ، وبذلك يمكن تقليل رأس المال المستثمر بالمقارنة برأس المال المطلوب فى التجهيزات المشابهه .

وتتم إزالة الغاز من المُبِّرد من خلال مخرجين كبيرين ٥٢ موضوعين على قمة المُبِّرد . ويتم تفريغ الحديد المنتج بواسطة الإختزال المباشر من المُبِّرد بواسطة آليَّة تفريغ قياسية مثل المغذى المتذبذب ٢٦ .و يفضل أن يتم التفريغ عن طريق فرع محكم متحرك ٥٨ تحت آلية التفريغ .

وعند التشغيل ، تمر مادة الحديد الساخن المنتج بواسطة الإختزال المباشر من قسم تفريغ الفرن ١٢ خلال قناة ناقلة ومحكمة ١٤ يتم فيها نزع الغازات وتخفيف الضغط عن الحديد الساخن

المنتج بواسطة الإختزال المباشر . وكل من قناة التفريغ على الساخن ١٤ وقناة التفريغ على البارد ١٦ موصلتين بقسم تفريغ الفرن ١٢ . ويتحرك المنتج بتأثير الجاذبيَّة إلى المُبِّرد (بالنسبة للحديد البارد المنتج بالإختزال المباشر) إلى وعاء نقل على الساخن ٦٠ أو إلى فرن صهر ٧٠ أو ٧٢ (بالنسبة للحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر) .

٥ وتتحرك مادة الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر والتى تم نقلها إلى فرن الصهر melting أو وعاء النقل على الساخن من فرن الإختزال المباشر خلال قناة تفريغ ١٤ والتى هى عبارة عن فرع محكم . ويتم نقل الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر من الفرع المحكم ١٤ إلى سلَّة التموَّر أو وعاء التموُّر ٦ أو قبل تفريغها فى فرن صهر وعاء النقل ويتم التحكُّم فى معدل التفريغ عن طريق سرعة لولب التغذية الرأسيَّة ٤٦ عند قاع القناة ١٦ .

١٠ والنظام مُوضَّح بوعاء النقل على الساخن ٦٠ على قضبان ٦٤ . ويمكن لإثنتين من أوعية النقل حمولة ٧٠ طنا تزويد أحد الأفران التى تعمل بالقوس الكهربائى بشحنه كاملة. ويمكن أيضا استخدام طرق النقل الأخرى مثل الناقل الساخن أو الناقل الذى يعمل بالهواء المضغوط فى ذلك النظام .

ويتم نقل مادة الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر والمطلوب بتبريده خلال قناة تفريغ باردة ١٦ ، والتى يمكن أن تكون شعبة إحكام ، إلى مُبِّرد كريَّات ٢٠ حيث يتم تبريد الكريَّات . ويتم تفريغ مادة الحديد البارد المنتج بالإختزال المباشر بواسطة المغذى المتذبذب ٢٦ خلال مخروط تفريغ على البارد ٢٨ . ويمكن تغيير معدل التفريغ من مُبِّرد الكريَّات بمنتهى السرعة وبدون التأثير فى العمليَّة طالما بقى معدل تفريغ الفرن ثابتا . ويتم ضبط معدل التفريغ بواسطة نظام تحكُّم .

نماذج مرادفه :

يمكن أن يأخذ وعاء التموُّر أشكالات متعددة . حيث يمكن أن يتم توصيله بجهاز تطويب . وفى الترتيب الموضح ، يتطلَّب الأمر وجود غرفة لتفريغ المنتج أو وسيلة مشابهه قبل المنتج لاستبعاد المنتج ذى الحجم الكبير بعد فرزه ، كما تم عمله فى وحدة HBI.

ويمكن أن يستخدم الجهاز أيضا غرفة تفريغ منتج أو وسيلة مشابهه عندما تكون وسيلة نقل المنتج على الساخن من فرن الحديد المنتج بالإختزال المباشر DRI إلى غرفة الصهر melting هى النقل باستخدام الهواء المضغوط ، وهى وسيلة لا يمكن أن تنقل المواد ذات الأقطار الكبيرة (أكبر من ٢٠٠مم مثلاً) .

وعند استخدام الإختراع مع فرن تقليدى يعمل بالقوس الكهربائى ، فإن جهاز التغذية اللولبى الرأسى الموجود على مدخل وعاء التموُّر يحدد معدل تفريغ الفرن بالإرتباط مع جهاز تغذية تفريغ مُبرِّد الكريَّات . وعند ربط الإختراع بنظام نقل على الساخن أو بفرن صهر مستمر ٧٠ ، يتطلب الأمر جهاز تغذية لولبى واحد . وبطريقة أخرى يمكن أحلال وسيلة أخرى مثل القضيب الماسح محل أجهزة التغذية اللولبيَّة screw feeders .

وعند استخدام الإختراع مع فرن تقليدى يعمل بالقوس الكهربائى ٧٢ يستخدم عادة جهاز تغذية لولبى أفقى ٧٤ ، حيث ينقل المادة التى تم تفريغها من وعاء التموُّر إلى الفرن الذى يعمل بالقوس الكهربائى أو إلى مُنحدر تفريغ ٧٦ . ويُستخدم جهاز التغذية ذو اللولب ٧٤ نظراً لأن معدل التفريغ من وعاء التموُّر إلى الفرن الذى يعمل بالقوس الكهربائى غير منتظم . ويتم إختيار حجم وعاء التموُّر طبقا للمستوى الحرارى المطلوب للفرن الذى يعمل بالقوس الكهربائى.

ملخص ما تم التوصل إليه من أهداف الإختراع :

مما سبق ، يبدو واضحا أننا قمنا بإختراع طريقة وجهازاً مُحسَّنين لتوفير كل من الحديد الساخن والحديد البارد – فى نفس الوقت – والمنتجين بالإختزال المباشر وذلك من مصدر إمداد مستمر، وباستغلال الجاذبية ، لمادة الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر ، حيث يمكن توصيل الحديد

- الساخن المنتج بالإختزال المباشر من وعاء تموُّر عند درجة حرارة ٧٠٠°م أو أعلى .

ويجب أن يكوم مفهوما أن الشرح السابق والنماذج المحددة هى توضيحيَّة فقط لمبادئ الإختراع وأفضل أسلوب لتنفيذه ، وأن التعديلات المختلفة والإضافات يمكن إجراؤها على الجهاز بواسطة ذوى الخبرة فى هذا المجال ، بدون الإبتعاد عن روح ونطاق هذا الإختراع ، والذى من المفهوم أن عناصر الحماية الملحقة هى التى تحدده .

عناصر الحماية

١- جهاز لتفريغ الحديد الدقائقى الساخن المنتج بواسطة الإختزال المباشر particulate hot direct reduced iron (DRI) وفى نفس الوقت تفريغ الحديد الدقائقى البارد particulate cold DRI المحضر بالإختزال المباشرة من مصدر للإمداد المستمر بالحديد الساخن hot DRI المُحضَّر بالإختزال المباشر ، ويتضمن الآتى :

قسم تفريغ الفرن a furnace لاستقبال وتفريغ الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر discharging hot DRI ، وقناة تفريغ conduit أولى وقناة تفريغ ثانية متصلتين بقسم التفريغ المذكور ؛

مُبرِّد جسيمات a particle cooler ، تتصل به قناة التفريغ المذكورة ؛

وعاء لاستقبال a vessel الجسيمات الدقيقة الساخنة ، تتصل به قناة التفريغ الثانية المذكورة .

٢- طبقا لعنصر الحماية رقم ١ : الجهاز الذى يتضمَّن أيضا مجموعة من أجهزة التغذية burden feeders within بالأحمال خلال قسم تفريغ الفرن furnace discharge section المذكور لنقل مادة الحديد المنتج بالإختزال المباشر DRI خلال قسم التفريغ المذكور إلى قنوات تفريغ discharge conduits.

٣- طبقا لعنصر الحماية رقم ١ : الجهاز الذى تكون فيه قناة التفريغ discharge conduit الأولى المذكورة هى فرع محكم متحرك dynamic seal leg .

١ ٤- طبقا لعنصر الحماية رقم ١ : الجهاز الذى يكون فيه الوعاء الذى يستقبل الجسيمات
٢ الدقيقة الساخنة hot particulates هو وعاء تموُّر surge vessel يتصل بقناة التفريغ
٣ discharge conduit الثانية خلال وسيلة تغذية رأسيَّة vertical feed means .

١ ٥- طبقا لعنصر الحماية رقم ٤ : الجهاز الذى تكون فيه وسيلة التغذية feed means هى
٢ لولب تغذية feed screw .

١ ٦- طبقا لعنصر الحماية رقم ١ : الجهاز الذى تكون فيه قناة التفريغ discharge conduit
٢ الثانية عبارة عن فرع محكم متحرك dynamic seal leg .

١ ٧- طبقا لعنصر الحماية رقم ٦ : الجهاز الذى يتضمن أيضا وسيلة لنزع الغاز
٢ degassing وتخفيف الضغط عن الحديد الساخن depressurizing hot DRI فى القناة
٣ conduit الثانية المذكورة .

١ ٨- طبقا لعنصر الحماية رقم ١ : الجهاز الذى يتم فيه تزويد مُبِّرد الجسيمات particle
٢ cooler المذكور بآلية للتحكمُّ فى التفريغ discharge control mechanism .

١ ٩- طبقا لعنصر الحماية رقم ٨ : الجهاز الذى تكون فيه آلية التحكُّم discharge control
٢ mechanism المذكورة هى جهاز تغذية متذبذب vibratory feeder .

١٠- طريقة لتفريغ مادة الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر discharge of hot direct reduced iron (DRI) وفى نفس الوقت تفريغ مادة الحديد البارد المنتج بالإختزال المباشر cold DRI من مصدر للإمداد المستمر بالحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر hot DRI وتتضمن هذه الطريقة ما يلى :

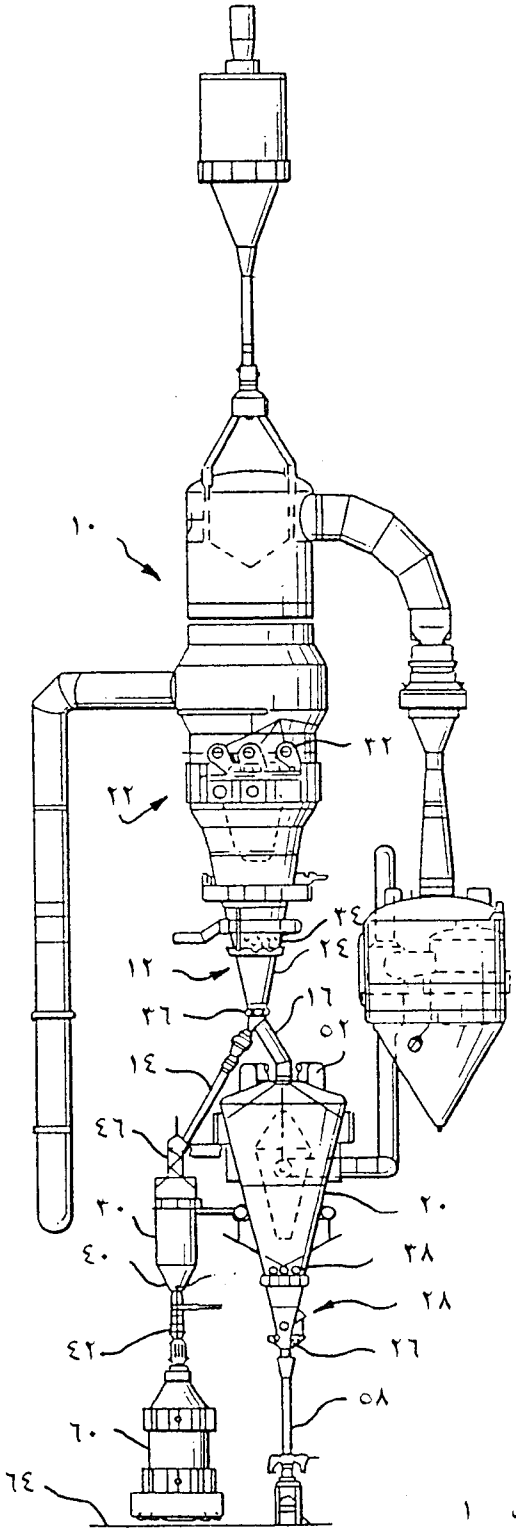
توفير إمداد مستمر للحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر hot DRI ؛

نقل جزء أول من الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر باستغلال الجاذبيَّة الأرضـيَّة hot DRI hermetically ، بطريقة محكمة خلال الفرع المحكم الأولى إلى وعاء استقبال الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر hot DRI receiving vessel .

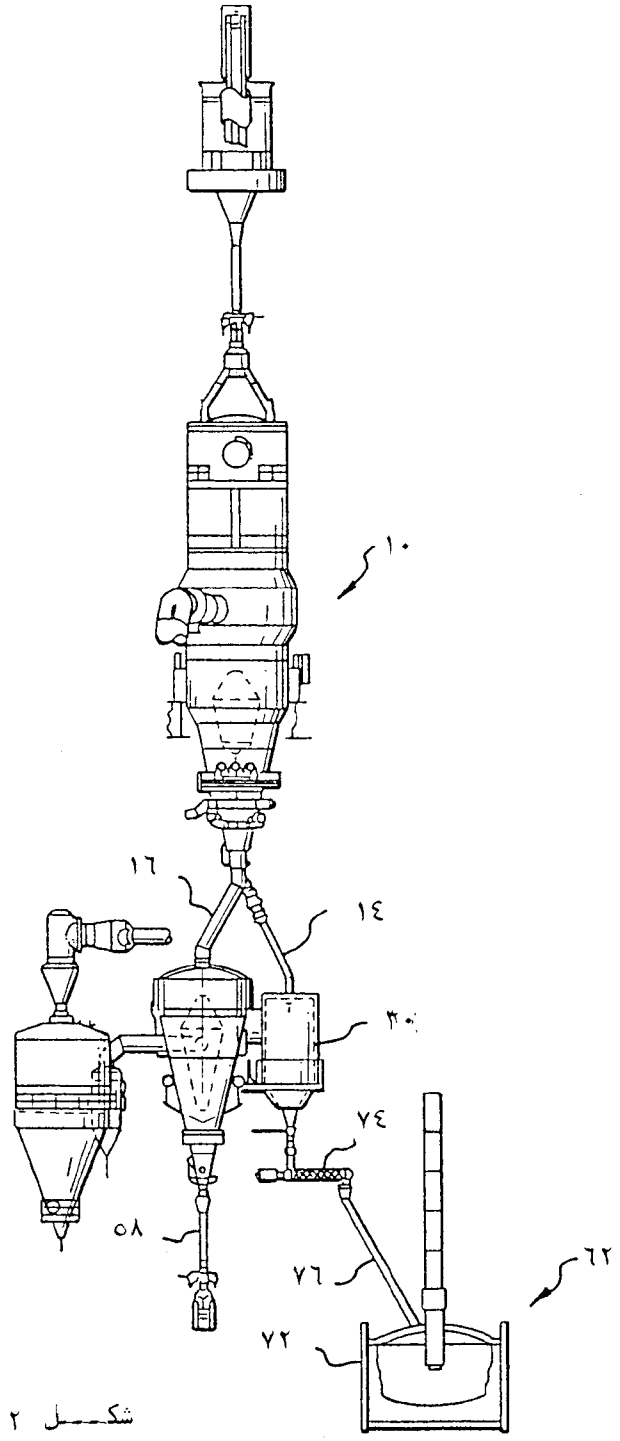
نقل جزء ثان من الحديد الساخن المنتج بالإختزال المباشر باستغلال الجاذبية الأرضـيَّة hot DRI hermetically ، بطريقة محكمة إلى وعاء تبريـد الحديـد الـساخن المنـتج بالإختزال المباشر hot DRI cooling vessel وتكوين منتج من الحديد المبرد المُحـضَّر بالإختزال المباشر cooled DRI product .

تفريغ discharging منتج الحديد المبُّرد المذكور والمُحضَّر بالإختزال المباشر cooled DRI .

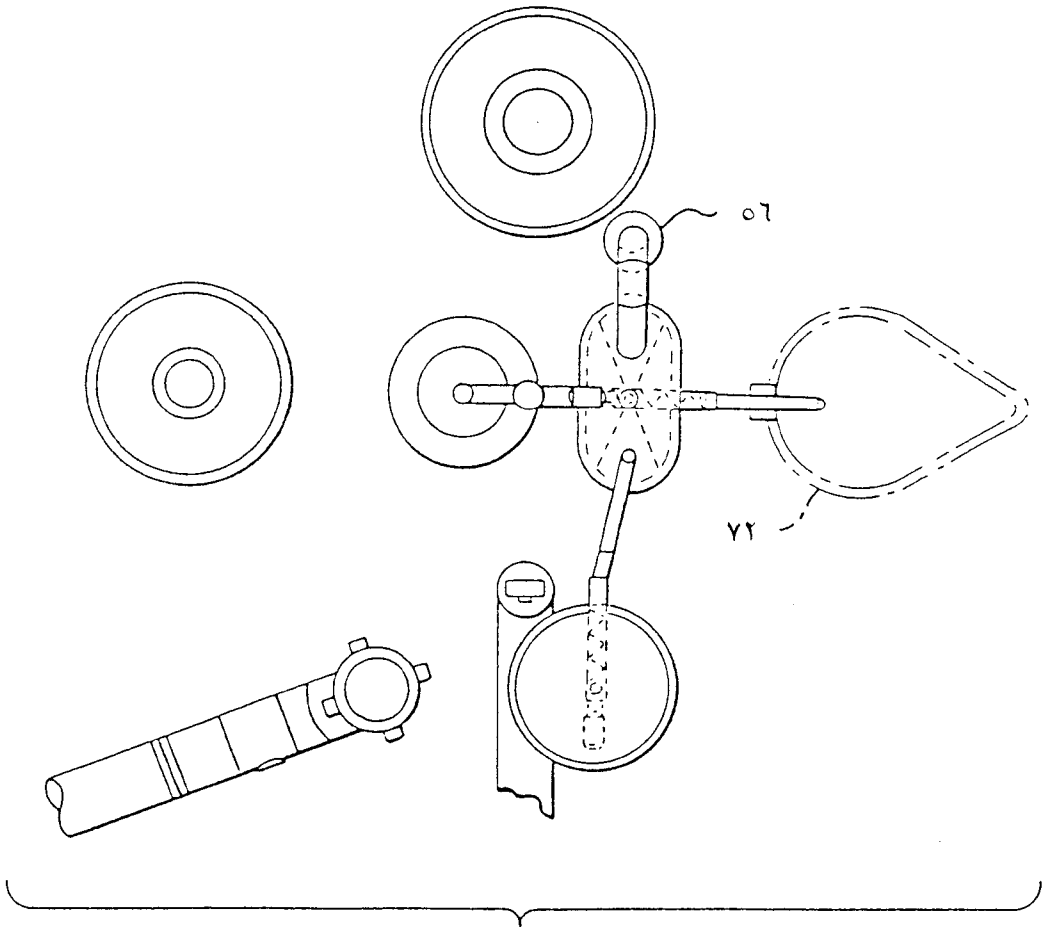
تفريغ discharging الحديد الساخن المذكور المنتج بالإختزال المباشـر hot DRI مـن الوعاء vessel المذكور إلى عملية نقل transport أو تطويـب briquetting أو صـهر melting .



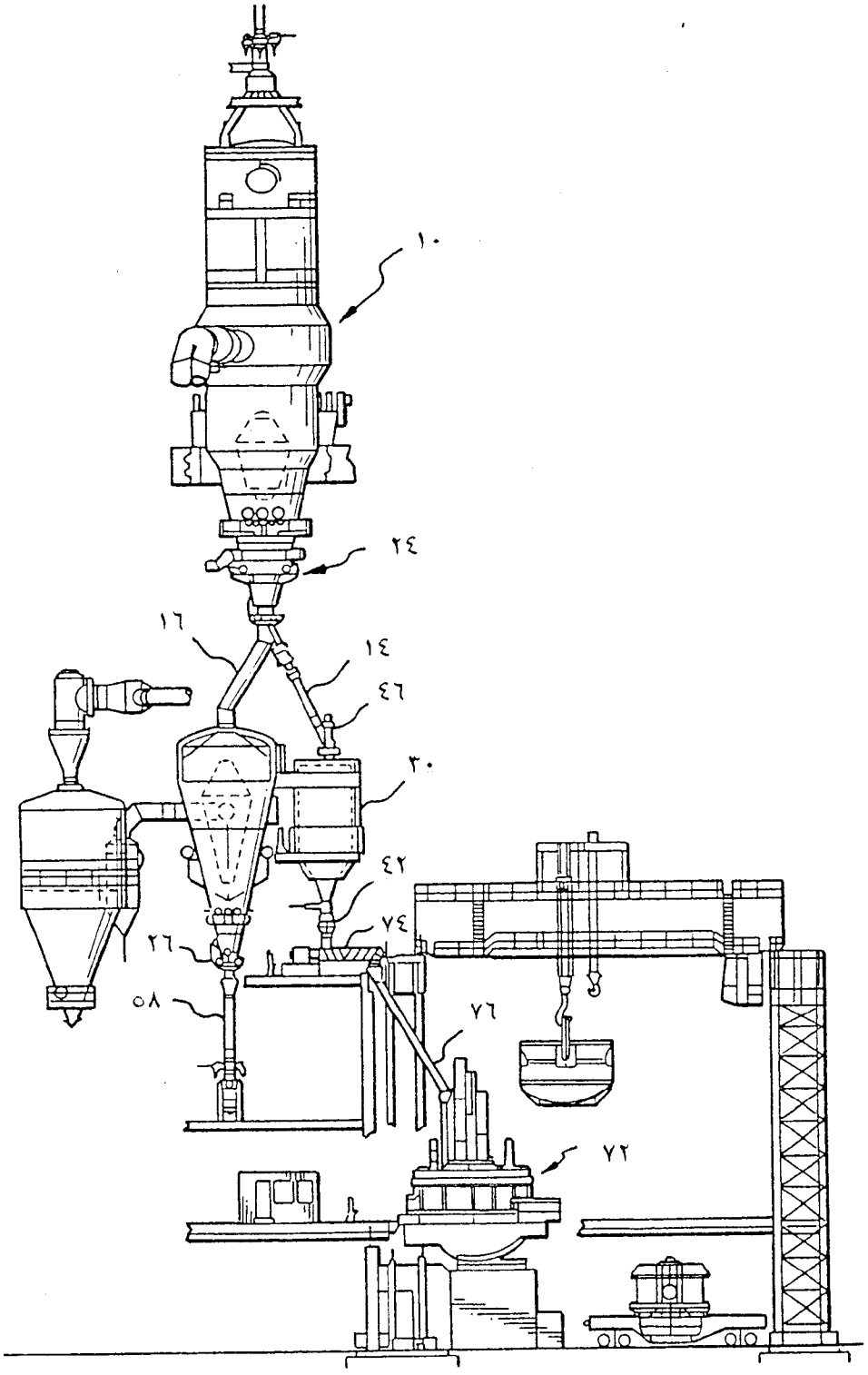
شكل ١



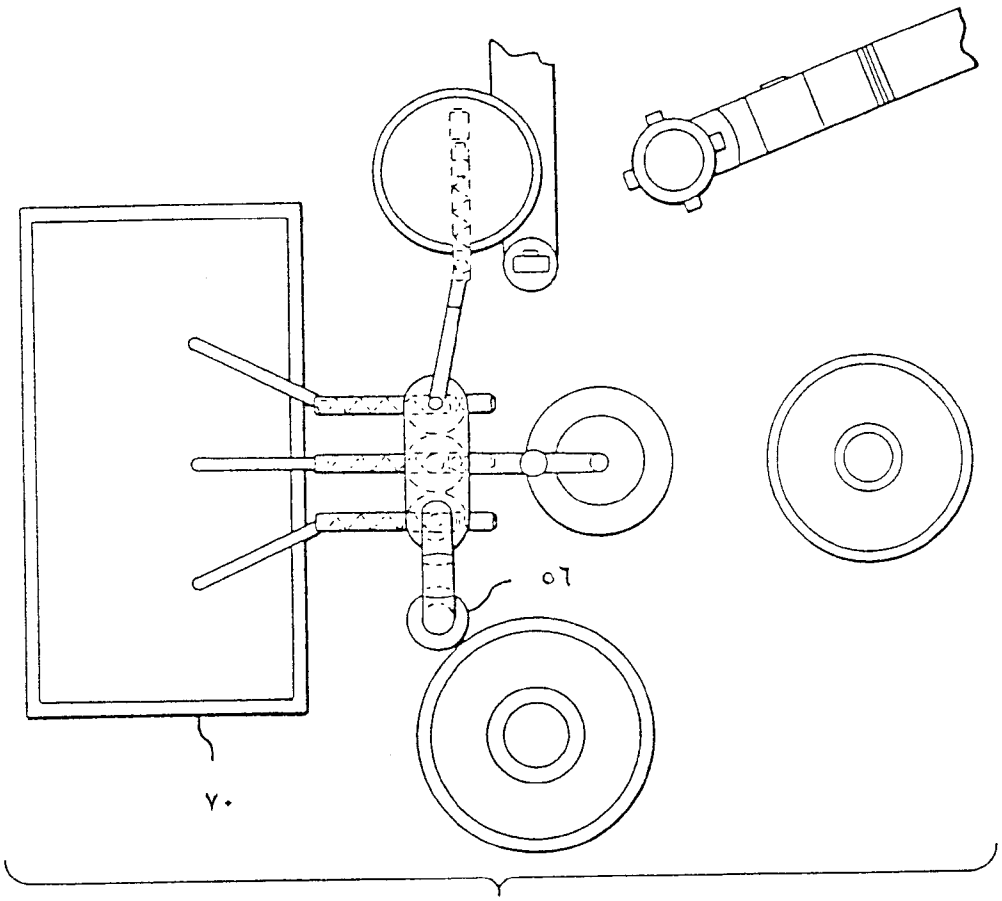
شكـــل ٢



شكـــل ٣



شكـــل ٤



شكـــل ٥