(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
14 février 2013 (14.02.2013)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2013/021055 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H05B 6/04 (2006.01) *H05B 6/10* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2012/065734

(22) Date de dépôt international :
10 août 2012 (10.08.2012)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1157289 10 août 2011 (10.08.2011) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **ROCTOOL** [FR/FR]; Savoie Technolac, F-73370 Le Bourget du Lac (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants *(pour US seulement)* : **GUICHARD, Alexandre** [FR/FR]; Ferme Pallatin Chat Perché, F-73310 La Chapelle du Mont du Chat (FR). **FEIGENBLUM, José** [FR/FR]; Le Clos Leysin, F-73170 Saint-Paul (FR).

(74) Mandataire : **HAMANN, Jean-Christophe**; SCHMIT-CHRETIEN SNC, 25, allée Cavalière, F-44500 La Baule (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : DEVICE FOR ADJUSTING THE QUALITY FACTOR OF AN INDUCTION HEATING SYSTEM, IN PARTICULAR A MOLD WITH SELF-CONTAINED HEATING

(54) Titre : DISPOSITIF POUR L'AJUSTEMENT DU FACTEUR QUALITÉ D'UN SYSTÈME DE CHAUFFAGE PAR INDUCTION NOTAMMENT UN MOULE À CHAUFFAGE AUTONOME

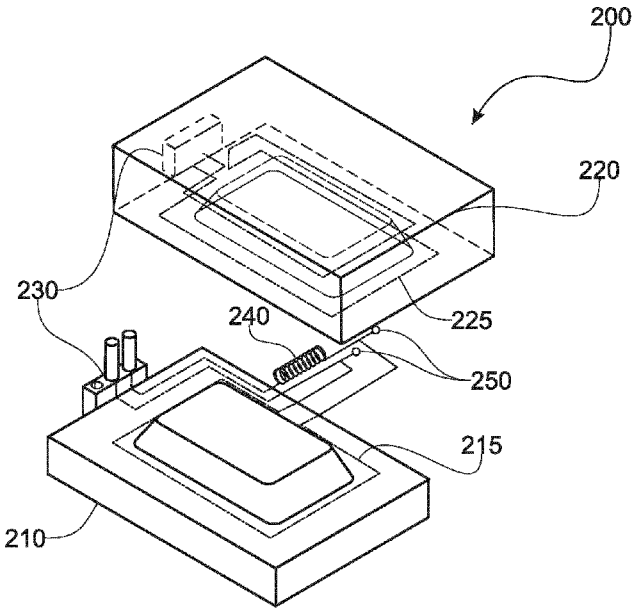


Fig. 2

(57) Abstract : The invention relates to a mold (200) comprising a self-contained heating device, said mold including: a) a mold body (210, 220) comprising an induction heating circuit, referred to as an equipment circuit, having a resistance R1 and an inductance L1, said equipment circuit including an inductor (215, 225) extending inside a closed cavity of the mold body; b) connection means (250) for connecting the equipment circuit to a high-frequency current generator; and c) characterized in that it includes a so-called adjustment coil placed between the equipment circuit and the connection means (250), said coil having a resistance R2 and an inductance L2 that does not induce current in the mold body and being connected to the equipment circuit.

(57) Abrégé : L'invention concerne un moule (200) comportant un dispositif de chauffage autonome, lequel moule comprend : a. un corps (210, 220) de moule comportant un circuit de chauffage par induction, dit circuit outillage, de résistance R1 et d'inductance L1, lequel circuit outillage

[Suite sur la page suivante]

WO 2013/021055 A1

TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— *relative au droit du déposant de demander et d'obtenir un brevet (règle 4.17.ii))*

— *relative au droit du déposant de revendiquer la priorité de la demande antérieure (règle 4.17.iii))*

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

comprend un inducteur (215, 225) s'étendant dans une cavité fermée du corps de moule; b. des moyens (250) de connexion pour connecter le circuit outillage à un générateur de courant à haute fréquence; c. caractérisé en qu'il comprend une bobine (240), dite d'ajustement, de résistance R2 et d'inductance L2 n'induisant pas de courant dans le corps de moule et connectée au circuit outillage, entre ledit circuit outillage et les moyens (250) de connexion.

DISPOSITIF POUR L'AJUSTEMENT DU FACTEUR QUALITÉ D'UN SYSTÈME DE CHAUFFAGE PAR INDUCTION NOTAMMENT UN MOULE À CHAUFFAGE AUTONOME

L'invention concerne un dispositif pour l'ajustement du facteur qualité d'un moule à chauffage autonome par induction.

Selon un mode de réalisation connu de l'art antérieur, décrit par exemple dans le document EP 1 894 442, un moule à chauffage autonome comprend deux corps de moule définissant une cavité de formage. Un tel moule peut être utilisé pour les opérations d'estampage ou pour des opérations de moulage à chaud. Au moins l'un des corps de moule comprend un système de chauffage autonome réalisé par des inducteurs. Selon cet exemple de réalisation de l'art antérieur, les inducteurs sont constitués de conducteurs électriques s'étendant dans des rainures ou des alésages, formant des cavités fermées, réalisés dans le corps de moule, lesquels rainures ou alésages définissent un trajet des inducteurs. Le trajet réalisé par ces inducteurs de même que leur nombre et leur répartition dans le corps de moule sont dictés par la forme de l'empreinte délimitant la cavité de formage et portée par le corps de moule concerné, la température à atteindre dans cette empreinte et la répartition de température visée dans ladite empreinte au cours du cycle d'estampage ou de moulage. Une partie du corps de moule est constituée d'un matériau ferromagnétique lequel est soumis à l'effet des inducteurs. Cette partie du corps de moule peut être le moule en entier, une partie seulement du volume de celui-ci, par exemple la partie du corps de moule dans laquelle les rainures ou les alésages sont pratiqués, ou encore être limitée au revêtement interne des rainures ou alésages dans lesquels se trouvent les inducteurs. Ledit moule est installé dans un environnement de production, par exemple sur les plateaux d'une presse. Il est alors connecté à un générateur de courant haute fréquence du commerce. Ledit générateur étant connecté aux inducteurs, le chauffage est obtenu en faisant circuler un courant électrique alternatif à haute fréquence dans lesdits inducteurs, lequel génère des courants induits provoquant l'échauffement de la partie ferromagnétique du moule qui monte en température et transmet cette chaleur par conduction à l'empreinte et finalement à la matière constituant la future pièce issue du moule

Un générateur de courant à haute fréquence fonctionne en mettant en résonance

le circuit oscillant constitué par l'inducteur et la charge chauffée par celui-ci. Ces conditions permettent le rendement inductif optimal. Lorsque cette condition n'est pas respectée, l'énergie dispensée par le générateur est consommée par effet joule dans les conducteurs réalisant les inducteurs, cet effet ne provoquant pas ou trop peu de chauffage de la partie ferromagnétique. Ainsi, un tel manque d'efficacité énergétique soumet les inducteurs à des sollicitations thermiques importantes en regard de l'efficacité de chauffage du moule.

Le document US 1 948 704 décrit un dispositif de chauffage par induction adapté au traitement thermique d'une matière directement sollicitée par l'induction. Par exemple, ce dispositif est adapté au traitement thermique d'un ressort ou à la fusion d'un métal. La matière ainsi chauffée par induction est placée dans une bobine d'induction de caractéristiques connues. Les conditions de fonctionnement du générateur sont adaptées à ce dispositif de sorte que l'ensemble bobine et générateur constitue un circuit résonnant. L'introduction de la charge dans le circuit, et la modification au cours du traitement thermique des caractéristiques de la matière traitée, par la fusion de la matière ou sa montée en température au-delà du point de Curie, sont susceptibles d'écarter les conditions de fonctionnement du dispositif des conditions optimales. Ainsi le dispositif divulgué dans ce document de l'art antérieur comprend des inductances et des capacités variables pour adapter la réponse du générateur et tenter de rester toujours dans les conditions optimales.

Dans le cas d'un outillage à chauffage autonome, le circuit oscillant, dont la forme est imposée par des contraintes techniques diverses, n'est généralement pas résonnant. Ainsi, lorsqu'un tel outillage est connecté au générateur haute fréquence, dans de nombreux cas, le générateur ne peut simplement pas démarrer.

La figure 1 relative à l'art antérieur, montre le circuit électrique schématique d'un dispositif de chauffage par induction autonome. Le circuit outillage (120), correspondant aux inducteurs du corps de moule interagissant avec ledit outillage est caractérisé par une impédance Z1, combinant les résistances (105) et inductances (115) électriques équivalentes du corps de moule et des inducteurs, R1 et L1. Toujours selon l'art antérieur, un coffret de condensateurs (101), de capacité C3 réglable, est connecté au générateur (100) en parallèle de ce circuit outillage (120). Le générateur électrique (100) haute fréquence, caractérisé par une impédance ZG, est placé en parallèle dans ce

circuit pour son alimentation. Ce générateur est apte à fournir un courant alternatif dans une plage de fréquence définie, généralement comprise en 10 kHz et 100 kHz. Le circuit, dit de charge, constitué par le circuit outillage et le coffret de capacités, forme un circuit oscillant de type parallèle. Pour alimenter ledit circuit, dans des conditions optimales, le générateur comporte un circuit électronique lui permettant de se caler automatiquement à la fréquence de résonance du circuit oscillant.

Comme tout phénomène de résonance, celui-ci est caractérisé par une fréquence de résonance f0 et par une largeur de pic de résonance Δf, lorsque celui-ci existe. La fréquence f0 de résonance du circuit oscillant est donnée par la relation :

$L1.C3.\ \omega_0^2=1$, avec $\omega_0=2\ \pi\ f0$

et la largeur de pic est fonction du rapport L1/R1. Plus cette valeur L1/R1 est élevée et plus le pic de résonance sera étroit.

Ainsi, une condition de démarrage du générateur est que celui-ci puisse se caler sur la fréquence de résonance du circuit oscillant, c'est-à-dire que cette fréquence de résonance soit suffisamment marquée par un pic de résonance étroit, et que cette fréquence de résonance soit comprise dans la gamme de fréquence d'alimentation que ledit générateur est apte à délivrer. À cette fin, un facteur de qualité $Q=L1\ \omega_0/R1$ est défini. Pour que le pic de résonance soit marqué et que le générateur soit en mesure de détecter la fréquence de résonance du circuit oscillant et de s'y caler, il est nécessaire que ce facteur de qualité Q soit supérieur ou égal à 2. Cependant, dans la plupart des cas, ledit facteur de qualité est largement inférieur à 1 de sorte que le générateur ne démarre pas et l'ajustement de la capacité C3 ne permet pas de modifier le facteur de qualité Q.

Par ailleurs, la puissance délivrée par le générateur et injectée dans le circuit outillage, est maximale lorsque l'impédance de charge est dans la plage d'impédance de sortie du générateur, soit :

$Z1 \approx ZG$

Or, les valeurs de R1 et de L1 sont en grande partie dictées par la géométrie de l'empreinte et des contraintes techniques de distribution de température dans ladite empreinte de sorte qu'elles ne procurent que peu de latitude de réglage.

Afin de résoudre les inconvénients de l'art antérieur, l'invention concerne un moule comportant un dispositif de chauffage autonome, lequel moule comprend :

a un corps de moule comportant un circuit de chauffage par induction, dit circuit outillage de résistance R1 et d'inductance L1, lequel circuit outillage comprend un inducteur s'étendant dans une cavité fermée du corps de moule ;

b. des moyens de connexion pour connecter le circuit outillage à un générateur de courant à haute fréquence ;

c. lequel moule comprend une bobine, dite d'ajustement, de résistance R2 et d'inductance L2 n'induisant pas de courant dans le corps de moule et connectée au circuit outillage, entre ledit circuit outillage et les moyens de connexion.

L'insertion d'une bobine supplémentaire dans le circuit outillage offre une latitude de réglage supplémentaire. Ladite bobine n'interagissant par avec la charge, sa géométrie (longueur, nombre de spires) est dictée par l'inductance L2 à atteindre, sans conséquence sur la distribution du chauffage dans le corps de moule, la résistance R2 étant par ailleurs réduite. Ainsi, la présence de cette bobine permet d'ajuster le facteur de qualité Q du circuit outillage et de rendre celui-ci résonnant. Ladite bobine d'ajustement est associée au moule et calculée en fonction de celui-ci de sorte que ledit moule peut être connecté et fonctionner avec tout générateur du commerce. Le fonctionnement du dispositif de chauffage autonome dudit moule devient ainsi indépendant de l'environnement de production.

L'invention peut être mise en œuvre selon les modes de réalisation avantageux exposés ci-après, lesquels peuvent être considérés individuellement ou selon toute combinaison techniquement opérante.

Selon une première variante du moule objet de l'invention la bobine d'ajustement est connectée électriquement en série avec le circuit outillage.

Selon une seconde variante du moule objet de l'invention la bobine d'ajustement est connectée électriquement en parallèle avec le circuit outillage.

Ainsi, selon le mode de connexion de la bobine d'ajustement son inductance et sa résistance peuvent être combinées de manière différente pour atteindre le résultat désiré.

Avantageusement, l'inductance et la résistance résultantes du circuit outillage combiné à la bobine d'ajustement sont telles que le facteur de qualité Q du circuit électrique oscillant formé lorsque ledit circuit outillage connecté à la bobine est connecté

à un générateur de courant haute fréquence est compris entre 2 et 5. Ainsi, le facteur de qualité est assez élevé pour permettre le démarrage du générateur sans difficulté, mais limité pour éviter un échauffement trop important des inducteurs, particulièrement lorsque ceux-ci ne font pas l'objet d'un refroidissement en opération.

Selon un mode de réalisation avantageux du moule objet de l'invention, le circuit outillage comporte deux inducteurs connectés en parallèle, et la bobine d'ajustement est connectée en série avec un des inducteurs. Ainsi, outre l'effet de ladite bobine sur le réglage du facteur de qualité, celle-ci permet également de régler le partage de l'intensité du courant entre les deux inducteurs. L'utilisation de deux inducteurs ou plus permet de mieux répartir le chauffage entre des parties du moule, plus particulièrement, lorsque, selon un mode de réalisation particulier, le moule objet de l'invention comprend deux corps de moules et que les deux inducteurs s'étendent chacun dans un corps de moule différent.

Selon ce dernier mode de réalisation, le moule objet de l'invention comprend des moyens de connexion électrique aptes à réaliser la connexion entre les inducteurs des deux corps de moule lorsque lesdits corps de moule sont rapprochés l'un de l'autre. Ainsi, il est possible de ménager une position d'ouverture large entre le poinçon et la matrice, par exemple pour y glisser un flan devant subir une opération d'estampage, sans placer de grande longueur de câbles de connexion entre les deux formes.

Avantageusement, quel que soit le mode de réalisation du moule objet de l'invention, le circuit électrique outillage comprend deux inducteurs connectés en série. Ainsi l'effet de chauffage par induction peut être mieux réparti sur la surface de la forme d'estampage, le montage en série permet par ailleurs d'assurer que la même intensité parcourt les deux inducteurs. La présence de la bobine d'ajustement permet de compenser la dégradation du facteur de qualité consécutive à la grande longueur de l'inducteur.

L'invention est décrite ci-après dans ses modes de réalisation préférés, nullement limitatifs, et en référence aux figures 1 à 5 dans lesquelles :

- la figure 1 relative à l'art antérieur illustre le montage électrique correspondant à moule équipé d'un dispositif de chauffage autonome par induction lorsque celui-ci est connecté à un générateur de courant à haute fréquence ;
- la figure 2 représente en perspective selon un point de vue de face et de dessus, un exemple de réalisation d'un moule selon l'invention comprenant un poinçon

et une matrice ;

- la figure 3 montre des circuits électriques équivalents d'un moule selon des exemples de réalisation de l'invention lorsque celui-ci est connecté à un générateur de courant alternatif à haute fréquence, figures 2B et 2C selon des exemples de réalisation de l'invention ;
- la figure 4 est un schéma électrique d'un exemple de réalisation du moule objet de l'invention comprenant deux circuits d'induction parallèles ;
- et la figure 5 représente le schéma électrique d'un moule selon un exemple de réalisation de l'invention comprenant deux inducteurs connectés en parallèle et une bobine connectée en série avec l'un de ces deux inducteurs.

Figure 2, selon un exemple de réalisation du moule objet de l'invention celui-ci comprend un premier (210) corps de moule comportant une empreinte mâle formant un poinçon et un second (220) corps de moule portant une empreinte femelle formant une matrice. Les deux corps de moule comprennent chacune un circuit électrique d'induction (215, 225) formé par des conducteurs décrivant sensiblement une spire dans le volume dudit outillage. Selon cet exemple de réalisation, le poinçon (210) comprend un inducteur (215) et la matrice (220) comprend deux inducteurs (225) connectés en série. Chacun de ces inducteurs (215, 225) interagit avec le corps moule dans lequel il s'étend, en y créant des courants induits. Selon un exemple de réalisation, ledit moule (200) est constitué d'un matériau ferromagnétique de sorte que ces courants induits provoquent un échauffement dudit moule, pour l'amener rapidement à une température adaptée à la transformation d'un matériau mis en forme entre le poinçon (210) et la matrice (220). Toujours selon cet exemple de réalisation, la matrice (220) et le poinçon (210) comprennent des moyens de connexion (230) de sorte que lorsque ladite matrice (220) est approchée du poinçon, les inducteurs (225) de la matrice (220) sont connectés électriquement et selon une connexion en parallèle à l'inducteur (215) du poinçon (210) et forment ensembles un circuit inductif, lequel circuit est connecté à un générateur haute fréquence (non représenté) par des moyens (250) de connexion appropriés. Une bobine (240) dite d'ajustement, n'interagissant pas avec l'outillage est avantageusement placée dans le circuit électrique ainsi formé entre lesdits moyens de connexion (250) et le circuit outillage. Cette bobine (240) d'ajustement est constituée d'un matériau bon conducteur électrique tel que du cuivre, et conçue, en termes de diamètre et de nombre de spires, pour présenter une inductance L2 telle que le circuit électrique ainsi constitué

réponde aux conditions d'efficacité énergétique et de démarrage du générateur.

En revenant à la figure 1 relative à l'art antérieur, le dispositif de chauffage par induction comprend un inducteur d'inductance Li et de résistance ohmique Ri, lequel inducteur interagit avec la charge, constituée par le corps de moule, laquelle charge présente une résistance Rch et une inductance Lch. La combinaison des caractéristiques de la charge et de l'inducteur définit les caractéristiques du circuit électrique, dit circuit outillage (120), lequel circuit outillage est connecté à un générateur (100) à haute fréquence. Un coffret de condensateurs (101) de capacité réglable est connecté en parallèle de ce circuit outillage, la valeur de la capacité est réglée à C3 selon cet exemple. Cet ensemble réunissant le condensateur et le circuit outillage définit le circuit oscillant connecté au générateur (100). Ce circuit oscillant est caractérisé par son impédance Z1, fonction de ses caractéristiques résultantes de résistance R1, d'inductance L1 et de capacité C3. Ainsi :

$Z1 = L1/(C3.R1)$

C3 étant la valeur à laquelle est réglée la capacité (101) du coffret de capacité réglable. L'inductance (115) résultante du circuit oscillant est définie par :

$L1 = Li-Lch$

La contribution majeure provenant de l'inducteur.

La résistance résultante (105) est définie par :

$R1 = Ri + Rch$

la contribution majeure étant apportée par la résistance de la charge.

L'inductance (115) résultante, L1, sera d'autant plus élevée que l'inducteur sera long. Ce paramètre est donc fortement influencé par la géométrie du dispositif, et la résistance (105) R1 sera principalement influencée par la nature de la charge et sa masse.

Dans l'exemple tel que représenté figure 2, la géométrie est contrainte par des facteurs fonctionnels liés à la forme du moule et à la répartition des températures visées dans les empreintes. Ainsi, la vérification des conditions $L1.C1.\omega_0^2 = 1$, $L1.\omega_0/R1 \geq 2$ et $Z1 \approx ZG$ ou ZG où ZG est l'impédance du générateur (100) sont difficiles à satisfaire.

Figures 3A et 3B, l'introduction d'une inductance (341, 342) complémentaire dans le circuit, entre les bornes (250) de connexion et le circuit outillage, laquelle inductance connectée soit en série (341), figure 3A, soit en parallèle (342), figure 2C, avec ledit

circuit outillage, permet d'ajuster les caractéristiques du circuit oscillant de sorte que les conditions soient vérifiées, et ainsi permettre le démarrage du générateur et le fonctionnement du dispositif dans des conditions d'efficacité énergétiques optimales.

En revenant à la figure 2, la bobine (240) d'ajustement, constituée de cuivre, présente une résistance ohmique très faible de sorte que lorsque ladite bobine fait l'objet d'un montage en série sa résistance peut être négligée et pratiquement R2 = 0 pour un tel montage série. Dans le cas où la bobine (240) d'ajustement fait l'objet d'un montage en parallèle avec le circuit oscillant, la faible résistance de R2 a un effet important sur les caractéristiques de résonance du circuit oscillant et notamment sur la largeur du pic de résonance, c'est-à-dire sur le facteur de qualité Q.

Figure 3A, ainsi, dans le cas d'un montage en série, la résistance Rc du circuit est donnée par R1, R1 étant essentiellement la résistance de la charge et l'inductance du circuit Lc est donnée par la combinaison (L1 + L2). Ainsi en augmentant la valeur de l'inductance par l'inductance, L2, de la bobine (341) d'ajustement le facteur de qualité Q est augmenté, l'adaptation d'impédance et de fréquence par rapport aux caractéristiques du générateur (100) étant réalisées par la modification de la valeur de la capacité (101), c'est-à-dire sans modification du moule, livré avec sa bobine d'ajustement.

Figure 3B, dans le cas d'un montage de la bobine (342) d'ajustement en parallèle, l'inductance du circuit Lc sera donnée par la relation :

$$Lc = L1.L2/(L1 + L2)$$

Ainsi, que la bobine d'ajustement soit dans une configuration de connexion série (341) ou dans une configuration de connexion parallèle (342) dans le circuit oscillant, celle-ci permet, par l'ajustement de son inductance L2, n'induisant pas de courant dans la charge, et sa faible résistance R2, d'assurer un facteur de qualité Q adapté au démarrage d'un générateur haute fréquence. Ainsi, le circuit outillage est déterminé en fonction de la géométrie des empreintes, de la répartition de température à obtenir dans celles-ci et de la masse de l'outillage, sans se soucier de la possibilité de démarrage du générateur alimentant ledit moule et sans prendre en compte l'efficacité énergétique du chauffage en présence du générateur. La bobine d'ajustement est ensuite calculée en fonction du circuit outillage pour rendre celui-ci résonant. Avantageusement, plusieurs bobines d'ajustement combinant des couplages série et parallèle avec le circuit outillage permettent un ajustement fin des paramètres de fonctionnement du moule à chauffage

autonome. Ainsi, l'utilisation d'une telle bobine d'ajustement offre une grande latitude dans la conception du moule et permet la réalisation d'un moule dont la distribution du chauffage sur la surface de l'empreinte est optimale, conduisant à des pièces moulées de meilleure qualité.

Figure 4, selon un autre exemple de réalisation du moule objet de l'invention, un premier circuit inductif, caractérisé par sa résistance (405) et son inductance (415) équivalentes, est connecté au générateur (100). À titre d'exemple, non limitatif, ce premier circuit inductif est utilisé pour le chauffage du poinçon. Ce premier circuit est parcouru par un courant i1. Un second circuit inductif, caractérisé par sa résistance (425) et son inductance (435) équivalentes, est, par exemple, utilisé pour chauffer la matrice du moule. Ce second circuit inductif est connecté au générateur (100) en parallèle du premier circuit inductif et parcouru par un courant i2. Si les caractéristiques des deux circuits d'induction sont similaires, c'est-à-dire que la longueur de leurs inducteurs et les volumes chauffés par induction sont sensiblement équivalents sur les deux circuits, alors :

$i1 = i2$ et $i1 + i2 = Q.i$

où i est le courant délivré par le générateur et Q le facteur qualité du circuit oscillant. Dans cette configuration, l'insertion d'une bobine (440) d'ajustement dans le circuit, permet à la fois d'obtenir un facteur de qualité apte à favoriser le démarrage du générateur (100), c'est-à-dire un facteur Q au moins égal à 2, et de maintenir ce facteur Q proche de ce minimum pour éviter de faire circuler un courant d'intensité trop importante dans les inducteurs (415, 435).

Figure 5, selon un exemple de réalisation, le moule objet de l'invention comprend deux circuits inductifs parallèles de résistances (505, 525) équivalentes ou d'inductances (515, 535) très différentes. Ces différences d'impédances équivalentes proviennent, par exemple, de longueurs différentes des inducteurs utilisés pour le chauffage du poinçon et de la matrice ou de volumes les volumes chauffés différents pour chaque circuit inductif. Ainsi, en l'absence d'autres éléments, le courant électrique généré par le générateur (100) se réparti entre ces deux circuits en fonction de leurs impédances respectives, de sorte que le circuit présentant la plus faible impédance, donc a priori celui dont le volume de matière à chauffer est le plus faible, est parcouru par le courant le plus fort. L'utilisation d'une bobine d'ajustement (540), outre l'effet exposé précédemment, permet ici d'ajuster également cette répartition de l'intensité

entre les deux circuits inductifs de sorte que le courant i1 parcourant le premier circuit et le courant i2 parcourant le second circuit produisent des effets de chauffage adaptés à l'application visée en fonction des caractéristiques de la charge.

Dans les conditions de résonance, l'intensité circulant dans l'inducteur est multiple selon un facteur Q de l'intensité produite par le générateur. Ainsi, il est utile d'agir sur les caractéristiques des bobines d'ajustement pour à la fois assurer une valeur minimale du facteur de qualité Q permettant le démarrage du générateur, mais aussi pour fixer la valeur maximale de ce facteur de qualité, de sorte que l'intensité parcourant les inducteurs ne risque pas de dégrader ceux-ci par leur propre échauffement.

La description et les exemples de réalisation ci-avant montrent que l'invention atteint les objectifs visés, en particulier, elle permet d'ajuster les caractéristiques du circuit outillage d'un moule à chauffage autonome de sorte que le circuit oscillant formé lorsque ledit circuit outillage est connecté à un générateur haute fréquence soit adapté au démarrage dudit générateur et permette d'atteindre une efficacité énergétique telle que le facteur Q soit supérieur à 2. L'utilisation d'une bobine d'ajustement connectée entre le circuit outillage et les bornes de connexion de ce circuit outillage, donc attachée à l'outillage permet de transférer cet outillage d'un environnement de production à un autre.

REVENDICATIONS

1. Moule (200) comportant un dispositif de chauffage autonome, lequel moule comprend :

a un corps (210, 220) de moule comportant un circuit de chauffage par induction, dit circuit outillage, de résistance (105, 405, 425, 505, 525) R1 et d'inductance (115, 415, 435, 515, 535) L1, lequel circuit outillage comprend un inducteur (215, 225) s'étendant dans une cavité fermée du corps de moule ;

b. des moyens (250) de connexion pour connecter le circuit outillage à un générateur (100) de courant à haute fréquence ;

c. caractérisé en qu'il comprend une bobine (240, 341, 342, 440, 540), dite d'ajustement, de résistance R2 et d'inductance L2 n'induisant pas de courant dans le corps de moule et connectée au circuit outillage, entre ledit circuit outillage et les moyens (250) de connexion.

2. Moule selon la revendication 1, caractérisée en ce que la bobine (341) d'ajustement est connectée électriquement en série avec le circuit outillage.

3. Moule selon la revendication 1, caractérisé en ce que la bobine (342) d'ajustement est connectée électriquement en parallèle avec le circuit outillage.

4. Moule selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'inductance (115, 415, 435, 515, 535) et la résistance (105, 405, 425, 505, 525) résultantes du circuit outillage combiné à la bobine (341, 342, 440, 540) d'ajustement sont telles que le facteur de qualité Q du circuit électrique oscillant formé lorsque ledit circuit outillage connecté à la bobine, est connecté à un générateur (100) de courant haute fréquence est compris entre 2 et 5.

5. Moule selon la revendication 1, caractérisé en ce que le circuit outillage comporte deux inducteurs (415, 435) connectés en parallèle et que la bobine (440) d'ajustement est connectée en série avec un des inducteurs.

6. Moule selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comprend deux corps (210, 220) de moules et que le deux inducteurs (215, 225) s'étendent chacun dans un corps de moule différent.

7. Moule selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens (130) de connexion électrique aptes à réaliser la connexion entre les inducteurs (215, 225) des deux corps de moule lorsque lesdits corps de moule sont rapprochées l'un de l'autre

8. Moule selon la revendication 1, caractérisé en ce que le circuit d'outillage comprend deux inducteurs connectés en série.

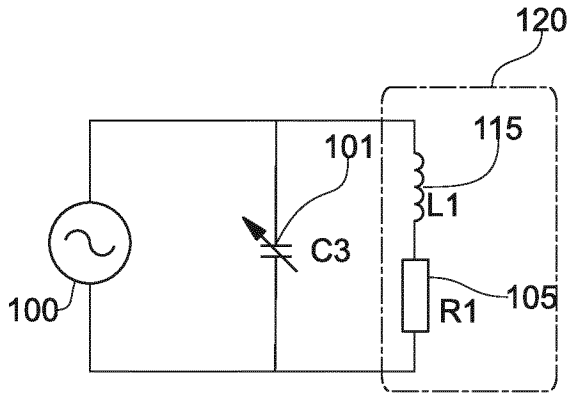


Fig. 1
(art antérieur)

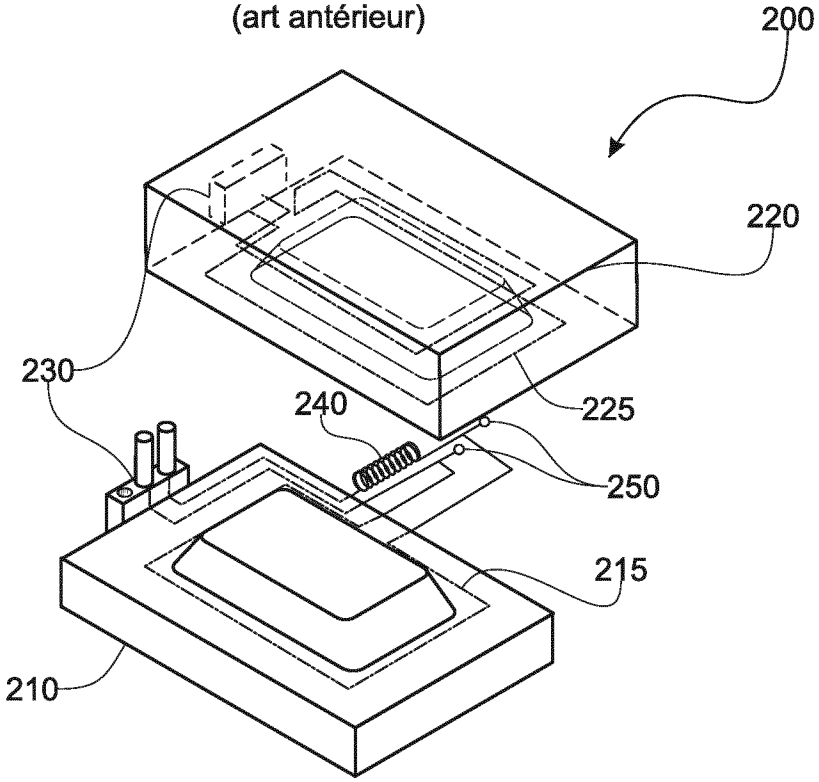


Fig. 2

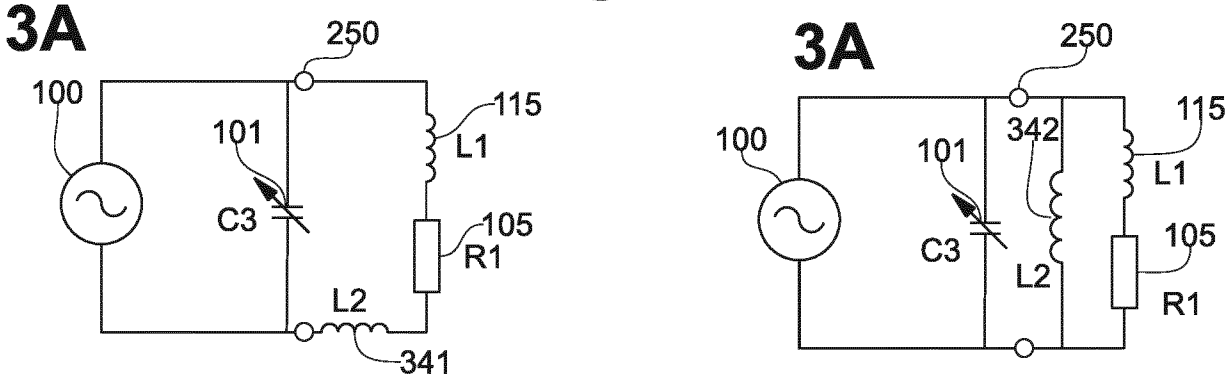


Fig. 3

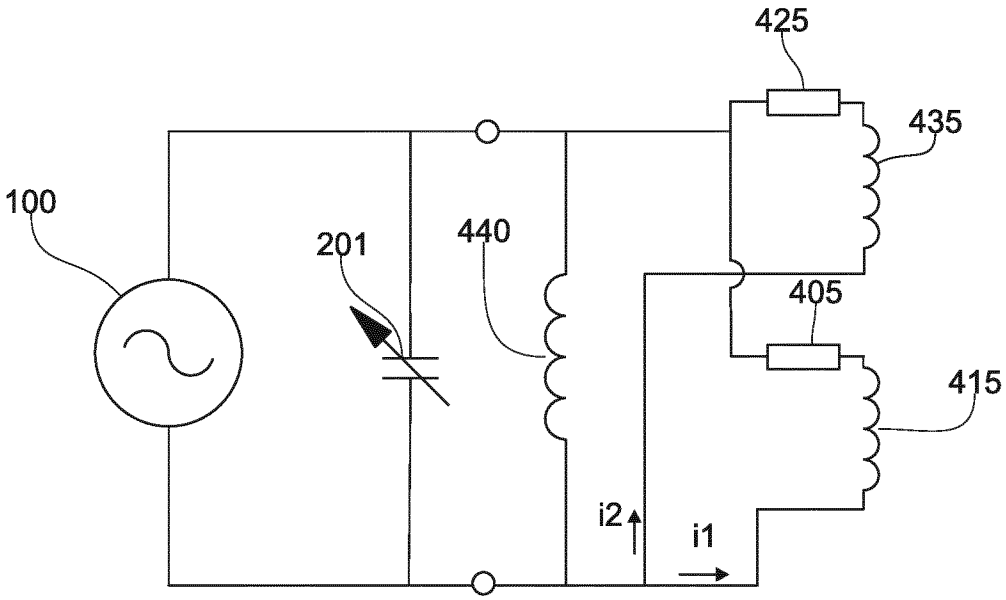

425
435
100
201
440
405
415
i2
i1

Fig. 4

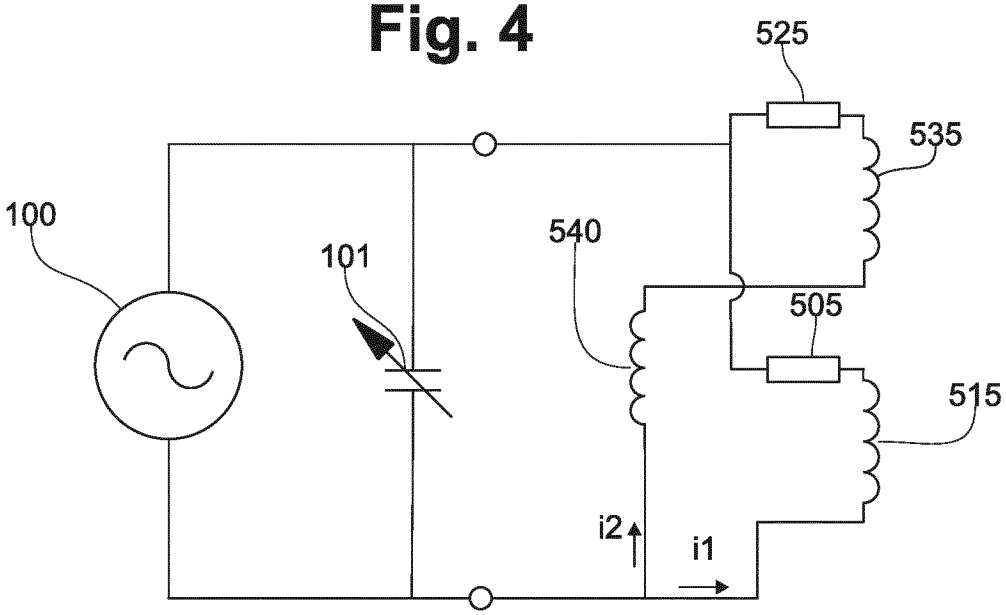

525
535
100
101
540
505
515
i2
i1

Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/065734

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H05B6/04 H05B6/10
ADD.

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)
H05B

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	WO 2006/136743 A1 (ROCTOOL [FR]; GUICHARD ALEXANDRE [FR]; FEIGENBLUM JOSE [FR]) 28 December 2006 (2006-12-28) cited in the application Family member of EP1894442; the whole document	1-8
X	US 1 948 704 A (WILHELM FISCHER) 27 February 1934 (1934-02-27) figures 9,12a,12b,12d	1-8
X	US 3 153 132 A (GREENE ROBERT R) 13 October 1964 (1964-10-13) figures 1,4-8	1-8

☐ 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	Date of mailing of the international search report
15 October 2012	25/10/2012

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Pierron, Christophe

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2012/065734

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2006136743 A1	28-12-2006	CA 2612756 A1	28-12-2006
		CN 101208993 A	25-06-2008
		DE 06743799 T1	16-07-2009
		EP 1894442 A1	05-03-2008
		FR 2887739 A1	29-12-2006
		JP 2008546570 A	25-12-2008
		US 2010201040 A1	12-08-2010
		WO 2006136743 A1	28-12-2006
US 1948704 A	27-02-1934	NONE	
US 3153132 A	13-10-1964	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2012/065734

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H05B6/04 H05B6/10
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
H05B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 2006/136743 A1 (ROCTOOL [FR]; GUICHARD ALEXANDRE [FR]; FEIGENBLUM JOSE [FR]) 28 décembre 2006 (2006-12-28) cité dans la demande Family member of EP1894442; le document en entier	1-8
X	US 1 948 704 A (WILHELM FISCHER) 27 février 1934 (1934-02-27) figures 9,12a,12b,12d	1-8
X	US 3 153 132 A (GREENE ROBERT R) 13 octobre 1964 (1964-10-13) figures 1,4-8	1-8

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
15 octobre 2012	25/10/2012

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Pierron, Christophe

Formulaire PCT/ISA/210 (deuxième feuille) (avril 2005)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2012/065734

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2006136743 A1	28-12-2006	CA 2612756 A1	28-12-2006
		CN 101208993 A	25-06-2008
		DE 06743799 T1	16-07-2009
		EP 1894442 A1	05-03-2008
		FR 2887739 A1	29-12-2006
		JP 2008546570 A	25-12-2008
		US 2010201040 A1	12-08-2010
		WO 2006136743 A1	28-12-2006
US 1948704 A	27-02-1934	AUCUN	
US 3153132 A	13-10-1964	AUCUN	