(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)特許出願公表番号
特表2019-536638
(P2019-536638A)
(43)公表日　令和1年12月19日(2019.12.19)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
B22C	1/02	(2006.01)	B22C	1/02	Z	4E092
B22C	9/12	(2006.01)	B22C	9/12	Z	

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 23 頁）

(21)出願番号　特願2019-549631 (P2019-549631)
(86)(22)出願日　平成29年11月20日 (2017.11.20)
(85)翻訳文提出日　令和1年6月28日 (2019.6.28)
(86)国際出願番号　PCT/DE2017/100995
(87)国際公開番号　WO2018/103784
(87)国際公開日　平成30年6月14日 (2018.6.14)
(31)優先権主張番号　102016224183.4
(32)優先日　平成28年12月6日 (2016.12.6)
(33)優先権主張国・地域又は機関
ドイツ(DE)
(31)優先権主張番号　102017217096.4
(32)優先日　平成29年9月26日 (2017.9.26)
(33)優先権主張国・地域又は機関
ドイツ(DE)

(71)出願人　519202234
ソプライン　ゲーエムベーハー
ドイツ国　スールツェタール　３９１７１
ヴァインベルグシュトラーセ　５
(74)代理人　110000659
特許業務法人広江アソシエイツ特許事務所
(72)発明者　バッハ，ウォルフラン
ドイツ国　ヴェルスレーベン　３９２２１
フィンケンヴェグ　１２

Fターム(参考)　4E092 AA04　BA20

最終頁に続く

(54)【発明の名称】鋳型またはコアを製造するための方法ならびに鋳型工具またはコア工具

(57)【要約】
本発明は、コアボックスの選択時の比電気抵抗を、成形材料から、および、溶解されるとその結合剤が電解質を形成し十分な導電性を有する含水結合剤から成る混合物（９）に適合させることによって鋳造目的のための鋳型（２）または中子（２’）をより迅速に製造する方法に関する。混合物（９）を保持するための導電性材料（７）は、非導電性ハウジング（３）に導入され、作用温度（７）での材料（７）の比電気伝導率は、１００℃と１３０℃との間の温度での混合物（９）の比電気伝導率に少なくともほぼ対応し、電気エネルギー、およびしたがって熱は、ハウジング（３）内に／上に配置される電極（１０）を介して材料（７）に供給され（抵抗加熱原理）、それにより、混合物（９）の硬化がもたらされることが本発明には不可欠である。砂中子に応じて、最大３０％のより短いサイクルタイムが実現され得る。
【選択図】図１

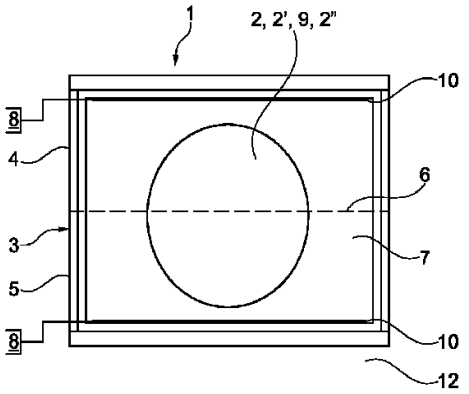


Fig. 1

【特許請求の範囲】
【請求項１】
工具インサートの材料の比電気抵抗を少なくとも１つの成形材料、特に鋳物砂、および少なくとも５×１０$^{-3}$Ｓ／ｍの導電率を有する、熱によって硬化され得る少なくとも１つの無機含水結合剤から成る混合物（９）の比電気抵抗に適合させることによって鋳造目的のための鋳型（２）またはコア（２’）を製造する方法であり、
－前記混合物（９）を保持するための導電性材料（７）で作られる少なくとも１つの工具インサートが、非導電性ハウジング（３）に導入され、１５０℃と１８０℃との間の作用温度での前記材料（７）の導電率が、およそ１００℃と１３０℃との間の温度における前記混合物（９）の比電気伝導率に少なくともほぼ対応し、
－電気エネルギー、したがって熱が、前記ハウジング（３）内に／上に平行に配置される電極（１０）を介して前記工具インサート（７）に供給され、それにより、前記混合物（９）の硬化がもたらされ、
－前記ハウジング（３）が、少なくとも２つのハウジング部分（４、５）で作られ、これらが、鋳型またはコア製造のサイクルプロセスの開始時および終了時に一緒にまたは互いから離れて移動され、一緒に移動されると直接接触面を形成し、
－突出しピン（１６）用の孔（１６’）が、工具内で利用可能であり、少なくとも１つの前記電極（１０）、ならびに砂中子を取り外すための前記ハウジング（３）の少なくとも１つの部分（４、５）に属し、
－工具ならびに電極ならびに前記ハウジング（４、５）の少なくとも１つの部分が共に、多孔質であり、かつ／または通気スリット（１７）が、水蒸気またはガスを逃がすために存在し、
－前記鋳型（複数の鋳型）または前記コア（複数のコア）（２、２’）が、前記混合物（９）を硬化させ前記ハウジング部分（４、５）を離れた後に工具から押し出され、前記突出しピン（１６）によって取り外される
方法であって、
前記材料（７）が、次の特性を有する、すなわち、
－それが、焼結固形物と関係しており、この焼結固形物が、
－４より大きいモース硬度を有し、
－前記材料（７）の比電気抵抗が、１５０℃から１８０℃までの作用温度で０．５オームメートルと２００オームメートルとの間であり、
－熱伝導率が、少なくとも０．５６Ｗ／（ｍ＊Ｋ）である
工具インサートに使用されることを特徴とする、方法。
【請求項２】
交流または直流の形の電気エネルギーが、前記工具インサート（７）に供給され、電圧が、砂／結合剤混合物の特定の温度／抵抗曲線、前記工具インサート（７）の温度、ならびに考慮中の工具インサート材料の最大の短期応力負荷を採用して、制御／調整するための装置（８）によって調整されることを特徴とする、請求項１に記載の方法。
【請求項３】
炭化珪素または窒化珪素を含む焼結セラミック材料が、材料（７）として使用されることを特徴とする、請求項１から２に記載の方法。
【請求項４】
鋳型（２）またはコア（２’）を製造する方法について、少なくとも１つのキャビティを持つ少なくとも１つの工具インサートが、製造されるべき前記鋳型（２）または製造されるべき前記コア（２’）に使用されることを特徴とする、請求項１から３に記載の方法。
【請求項５】
砂中子を突き出すための前記突出しピン（１６）が、非導電性材料で作られ、または導電性突出しピン（１６）が、コアボックスの導通している構成要素を持つ前記鋳型（２）または前記コア（２’）の製造プロセス中に接触しないように技術的な構造レベルで使用

されることを特徴とする、請求項１から４に記載の方法。
【請求項６】
例えばグラファイトまたは食卓塩などの添加剤を加えることによって、前記混合物（９）の導電率は、より低い比抵抗が実現されるような影響力を持っていることを特徴とする、請求項１に記載の方法。
【請求項７】
－混合物（９）を保持するための導電性材料（７）で作られる少なくとも１つの工具インサートが、非導電性ハウジング（３）に導入され、前記材料（７）が、焼結炭化珪素または窒化珪素を含む焼結材料から成り、
－平行に配置される少なくとも２つの電極（１０）が設けられ、少なくとも１つの電極（１０）が、それぞれ前記ハウジング（３）の少なくとも１つの部分（４、５）に配置され、
－鋳型またはコア工具（１）ならびに前記電極（１０）および前記ハウジング（４、５）の少なくとも１つの部分が共に、多孔質であり、かつ／または水蒸気またはガスを逃がすための通気スリット（１７）を含む、
少なくとも２つの前記部分（４、５）で作られる前記ハウジング（３）を持つ、鋳造目的のための鋳型（２）またはコア（２’）を製造するための鋳型またはコア工具（１）。
【請求項８】
前記ハウジング（３）の少なくとも前記部分（４、５）が、プラスチック、電気絶縁体、または絶縁セラミックで作られることを特徴とする、請求項７に記載の鋳型またはコア工具。
【請求項９】
前記ハウジング（３）の少なくとも２つの前記部分（４、５）が、少なくとも１つの分離レベル（６）を介して互いに接続され、前記電極（１０）が、互いに平行であり、前記材料（７）と絶縁層との間に配置されることを特徴とする、請求項７または８に記載の鋳型またはコア工具。
【請求項１０】
少なくとも１つの工具インサートにおいて、前記ハウジング（３）内の急速締付けシステムに取り付けられ得る少なくとも１つの砂コアキャビティが設けられ、それによって、コアボックスの内側で前記工具インサートの迅速な交換を可能にすることを特徴とする、請求項７から９のいずれか一項に記載の鋳型またはコア工具。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、コアボックス（ｃｏｒｅ　ｂｏｘ）の材料の比電気抵抗（ｓｐｅｃｉｆｉｃ　ｅｌｅｃｔｒｉｃａｌ　ｒｅｓｉｓｔａｎｃｅ）を、成形材料から、および、溶解されるとその結合剤が電解質を形成し充分な導電性を有する含水無機結合剤（ｗａｔｅｒ－ｃｏｎｔａｉｎｉｎｇ　ｉｎｏｒｇａｎｉｃ　ｂｉｎｄｅｒ）から成る混合物に適合させることによって、電気の使用下で鋳造目的のための鋳型またはコアを製造する方法に関する。本発明はさらに、鋳型またはコアを製造するための鋳型工具（ｍｏｌｄ　ｔｏｏｌ）またはコア工具（ｃｏｒｅ　ｔｏｏｌ）に関する。
【背景技術】
【０００２】
特許文献１（国際公開２００３／０１３７６１号）から、硫酸マグネシウムが無機結合剤として使用され、それが水中に分散されかつ／または溶解され、次いで鋳物砂と混合される、一般的方法が知られている。この場合、例えば鋳物砂および含水結合剤を意味する成形材料から成るこの混合物は、鋳型またはコア工具の中に導入され、加熱によってそこで硬化される。無機結合剤の使用は、混合物を硬化する場合に環境的に有害なガスの漏出を防ぐべきである。その結果、この出願は、「それらを通して電流を導くこと（ｃｈａｎｎｅｌｌｉｎｇ　ａｎ　ｅｌｅｃｔｒｉｃ　ｃｕｒｒｅｎｔ　ｔｈｒｏｕｇｈ　ｔｈｅｍ

）」によって砂中子（ｓａｎｄ　ｃｏｒｅ）を硬化させるための１９７４年からの特許文献であるＯＥ第２４３５８８６Ａ１号に部分的に基づいている。

【０００３】

前述の特許文献１においては、硬化に要求されるエネルギーは電気によって提供されることが述べられている。それによって、電気は、「分離可能な鋳型またはコア工具の互いに絶縁されている少なくとも部分的に導電性の部分」において、２つまたは複数の電極を介して印加される。前述の出願は、コア工具の比電気抵抗特性と砂－結合剤混合物の比電気抵抗特性との間の差を考慮に入れていない。これは「互いに絶縁されている分離可能な鋳型またはコア工具の一部」を使用する。

【０００４】

特許文献３（ドイツ特許公開第３７３５７５１号）から、硬化性鋳物砂から鋳造鋳型および中子型を製造するためのガス透過性鋳型工具が知られており、その工具は、開放気孔を持つ異形多孔状構造物質から成り、鋳型工具の壁は、０．２～２ｍｍの厚さ、７５～９５％の理論材料密度、および＜５０μｍの孔径を持つ鋳物砂に当接する第１の微多孔層領域を備え、その上に第２の個体領域が、＜８０％の理論材料密度および＜１００μｍの平均細孔径を有する大孔径支持骨格の形の材料結合方式で当接する。

【０００５】

特許文献２（ドイツ特許公開第２４３５８８６Ａ１）から、骨材および結合剤から成る混合物を鋳型またはコアボックスに導入し、その混合物を加熱することによって鋳造用鋳型またはコアを製造する方法が知られており、そこでは、加熱は、混合物を通して電流を導くことによってもたらされる。

【０００６】

特許文献４（欧州特許公開第３１０３５６２号公報）から、好ましくは円周方向壁およびまたボックス状実施形態の場合には床によってわずかに下方にテーパーを付けられた枠状または箱状の実施形態を備える、ステンシルが知られている。

【０００７】

無機方法（ｉｎｏｒｇａｎｉｃ　ｍｅｔｈｏｄ）のための鋳型またはコア工具は、好ましくは、例えば鋼またはアルミニウムなどの金属で作られる。

【０００８】

前述の適用の欠点は、鋳型またはコア工具の部品の間に絶縁層が要求され、それが電圧を印加する場合に短絡を防ぐべきであり、それによって砂／結合剤混合物を通して電流の流れを引き起こすべきであることである。

【０００９】

この技術のもう１つの欠点が、絶縁層の使用にもかかわらず生じる。電流は、電位を平衡させるために最小レベルの抵抗を持つ経路を絶えず求める。

【００１０】

金属製コア工具は、例えば２×１０$^{-7}$オームメートル（鋼）の抵抗範囲を有し、そこでは、砂／結合剤混合物は、およそ１０１オームメートルから１０２オームメートルの範囲内にある。コアボックスにおける抵抗は砂／結合剤混合物の場合よりもかなり低いので、電流は、コアボックス内の接触面まで流れ、次いで短い経路を通して砂／結合剤混合物を通して導かれる。これは、砂中子のより厚い部分にほとんど電流の流れをもたらさず、それによって、十分な加熱が行われない。それによって、混合物の一様な硬化は生じない。

【００１１】

この種の部分的にしか硬化されないコアが鋳型またはコア工具から取り外されるならば、これは、損傷される場合もあり、または、鋳造工具にそれを後で使用する場合は損傷をもたらす場合もある。もう１つの欠点は、電流が常に最小量の抵抗を持つ経路を探し出すという同じ原理に基づいている。したがって、非導電性材料で作られるコアボックス、および２つの対向する電極の場合は、この方法は、同じ砂コア厚さを持つ形状寸法の場合にのみ機能することになる。たとえば、これは、円柱および直平行六面体の場合である。そ

の結果、この方法は、簡単な幾何学的形状の場合にのみ適用され得る。
【００１２】
もう１つの欠点が、熱伝達による硬化中に観察され得る。砂／結合剤混合物は一般にかなり悪い熱伝導体であるので、加熱されたコアボックスの熱伝達の間に砂中子内部ではなくシェルが硬化するので、スケーリングが砂中子の外縁に生じる。経済的な理由から、これは、砂中子がより容易に壊れることができるように除去前に完全な硬化が起こるまで常に待機されるわけではない。
【００１３】
もう１つの欠点が、前述のスケーリングの影響により生じる。砂中子の内部はスケーリングにより完全には硬化されるとは限らないので、これは最大の砂中子の厚さの制限をもたらし、これは、既存の方法を用いて作り出され得る。砂中子の最大の厚さは、加熱の持続時間ならびに砂中子の正味重量に依存する。加熱が十分でない場合、砂中子の外側シェルは、完全な硬化にもかかわらず、重量を完全に支えることができず、したがって、砂中子の破損をもたらす場合もある。
【先行技術文献】
【特許文献】
【００１４】
【特許文献１】国際公開第２００３／０１３７６１号
【特許文献２】ドイツ国公開公報第２４３５８８６号
【特許文献３】ドイツ国公開公報第３７３５７５１号
【特許文献４】欧州特許出願公開第３１０３５６２号明細書
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１５】
したがって、本発明は、特に従来技術から知られている欠点を克服する、一般的な方法のための改善された、または少なくとも代替的な実施形態を示すという問題を扱う。
【課題を解決するための手段】
【００１６】
本発明によれば、この問題は、独立請求項の特徴によって解決される。好ましい実施形態は、従属請求項の目的である。
【００１７】
本発明は、分離可能な鋳型またはコア工具の材料を選択する場合に、最適な作用温度中に（砂／結合剤）混合物の導電率にほぼ対応するように比電気伝導率（ｓｐｅｃｉｆｉｃ　ｅｌｅｃｔｒｉｃａｌ　ｃｏｎｄｕｃｔｉｖｉｔｙｔ）を考慮するという一般的な考えに基づく。鋳型またはコア工具（キャビティ、空隙、ｃａｖｉｔｙ）の比電気伝導率は、使用される砂と結合剤の混合物によって決定される。
【００１８】
これによって、材料中に導入される電流が見出され得、ほぼ同一の導電率が混合物中のどこでも見出され得、それによって、混合物を通していかなる大幅により短い特に短縮された経路も捜し出されず、それによって、混合物を通して電流の一様な流れ、およびそれによって、また一様な加熱が実現されることができ、それによって、またそれの一様な硬化がもたらされ、コアのそれぞれの個々の形態または形状とは無関係であるという特別な効果が達成される。
【００１９】
一般に、本発明による方法の場合は、導電性材料は、最初に鋳型またはコア工具のハウジング内に恒久的に導入され、成形材料、例えば砂（鋳物砂）および水を含む結合剤から前述の混合物を取り出し、この結合剤は、溶解形態で電解質を形成し、十分な導電性を有する。
【００２０】
本発明は、さらに、成形材料を含有する結合剤および水からなる混合物で作られる鋳型

またはコア、例えば鋳物コアを製造するための鋳型またはコア工具を示す一般的な考えに基づいており、この結合剤は、溶解形態で電解質を形成し、十分な導電性を有し、本発明による鋳型またはコア工具は、少なくとも２つの部分から成りかつ非導電性であるハウジングを持つ。鋳型またはコア工具はまた、少なくとも２つの電極を有し、各電極は、ハウジングの１つの部分内に配置される。２つの平行な電極を介して、電気エネルギーが、これを介して材料におよび混合物に後で導かれ、それによって混合物は加熱され、それによって硬化される。

【００２１】

導電性材料のおよびコアボックスの電極の直接接触が、この方法には必要である。その結果、コアボックス部品の間の絶縁層は、なしでも間に合う。

【００２２】

混合物の導入は、砂コア製造の各サイクルに対して行われ、導電性材料は、鋳型またはコア工具が製造されるたびに一度導入される。それによって、材料は、後ほどその中に作り出されるべき砂中子または鋳型の負の輪郭（ｎｅｇａｔｉｖｅ　ｃｏｎｔｏｕｒ）を形成する。混合物が材料内に埋め込まれた後、電気エネルギー、およびこれを介して、熱が、次いで鋳型またはコア工具のハウジング内／上に配置される電極を通して材料に供給され、それによって混合物の硬化がもたらされる。

【００２３】

既存の特許出願の場合のように、ハウジング（ｈｏｕｓｉｎｇ、筐体）は単に導電性材料を保持するためのリザーバ（ｒｅｓｅｒｖｏｉｒ、槽）を意味するに過ぎず、導電性であってはならず、なぜなら、さもなければ電流がハウジングを通して、および材料もしくは混合物を通してではなく導かれるからである。ハウジングはプラスチックで作られることができ、これは比較的軽量であり、したがって取り扱いが容易であるという利点を提供する。あるいは、絶縁セラミックまたは他の非導電性材料がまた、使用され得る。

【００２４】

それによって、ハウジングの一部は、１つまたは複数の分離レベルを介して互いに接続されることができ、電極は、好ましくは互いに平行に配置され、ハウジングの一部内に埋め込まれることさえできる。

【００２５】

もう１つの好ましい実施形態の場合は、電極に印加される電圧を制御／調整するための装置が提供される。この種の装置によって、電極に印加される電圧は、調節されることができ、例えば、短いサイクル時間が硬化プロセス（ｃｕｒｉｎｇ　ｐｒｏｃｅｓｓ）のために達成され得るように増加され得る。短いサイクル時間は、次には、鋳型またはコアの比較的費用効果の高い製造を可能にする。電力／電圧の調整は、インバータ／パワーシステムによって、または異なる電圧を印加することによって行われ得る。代替案として、この方法はまた、連続的に印加される電圧によって操作され得る。

【００２６】

ドイツ国公開公報第２４３５８８６号（特許文献２）に既に示されているように、交流または直流の形の電気エネルギーが、材料および砂／結合剤混合物に供給され得る。交流は、どこでも利用可能であり、ほとんど何らかの方法で調整され得る。

【００２７】

さらに、通気スリット（ｖｅｎｔｉｌａｔｉｏｎ　ｓｌｉｔ，（オリフィス　ｏｒｉｆｉｃｅｓ））が、ガスまたは水蒸気の漏出を可能にするために、材料内に、電極に、ならびにハウジング内に設けられなければならない。既存の方法の場合のように、硬化プロセス中に、結果として生じるガスおよび水蒸気は、砂中子（ｓａｎｄ　ｃｏｒｅ、中子）および材料、電極および孔を介してハウジングから幅木（ｃｏｒｅ　ｐｒｉｎｔ、オリフィス）によって排出され得る。あるいは、材料は、多孔質であることができ、それによってガスまたは水蒸気は漏出することができる。

【００２８】

さらに、（砂）コアを除去するために使用される、非導電性の突出しピン用の孔が、材

料内に設けられる。これらは、混合物を硬化しハウジング部分を引き離した後に、砂中子の除去を可能にする。それによって、突出しピンは、短絡を回避するために非導電性材料で作られるべきである。必要とされる突出しピンは、指定された突出し孔で工具のベースプレートに取り付けられる。

【００２９】

代替案として、電流がスイッチオンされている間、これらの２つが通電材料と少しも接触しないことが技術的な構造レベルで保証されていることを条件として、導電性突出しピンがまた使用され得る。

【００３０】

本発明による解決策を使って、材料の特定の電気的接続性が作用温度（ｏｐｅｒａｔｉｎｇ　ｔｅｍｐｅｒａｔｕｒｅ、稼働温度）での混合物の比電気伝導率に少なくともほぼ対応することによって、材料ならびに混合物の両方を通した電流および電圧の一様な、および特に均一なチャネリング（ｃｈａｎｎｅｌｌｉｎｇ）が達成されることができ、それによって混合物は一様に加熱され、その結果、特に一様なかつしたがって高品質の方法で硬化することができる。

【００３１】

いくつかの工程が、この方法のために導電性材料を最適に選択するために必要である。各結合剤は、可能な限り最良の硬化を保証する最適作用温度を有する。試験された結合剤の場合は、これは、約１５０～１８０℃であったが、製造業者の仕様ならびに、おそらく使用されるバインダー添加剤に依存する。これまでの従来技術から知られている方法と比較して、混合物は、例えば異なる砂－コアの厚さに起因する異なる内部電気抵抗により異なる局所硬化度を有することが絶えず懸念されなければならず、本発明による方法によって、初めて、均一を意味する一様なかつ付加的なプロセス信頼性の高い混合物の硬化が達成されることができ、その場合、それらの幾何学的構造とは無関係な特に高レベルの品質を有する鋳型または鋳物コアが、製造され得る。さらに、本発明による方法によって、例えば、外部から熱によって硬化する場合（例えば油加熱）になるであろう、コア表面または型表面上のスケーリングの危険性が、防止される。

【００３２】

初めて、本発明による鋳型またはコア工具を使って、鋳型またはコアのプロセス信頼性の高い製造が、砂／結合剤混合物に対する鋳型／コアボックス材料の比電気伝導率の適合によってその結果可能になる。これにより、電気エネルギーの一様なチャネリングが行われ、したがって一様な加熱ができるようになり、したがって一様な硬化がもたらされる。この時点まで、これは、前述の欠点のために不可能であった。

【００３３】

砂／結合剤混合物に対する材料の電気抵抗の適合により、さまざまな輪郭を使った砂中子の厚さのため著しい抵抗差がいかなる点においても生じないので、より大きなより複雑な砂中子がまた、各コア部に対して１つの電極を使って経済的な方法で製造され得る。

【００３４】

さらに、砂中子の厚さに応じて比電気抵抗を適合させることによって、操作はまた、最大１０００Ｖの低電圧のガイドラインに従って行われることができる。結果として、この方法は、従業員にとってより高いレベルの安全性を有するばかりでなく、より費用に対して効果も高い。しかしながら原則として、既存の特許の場合のように、より高い電圧もまた可能である。それによって、砂中子が厚くなればなるほど、使用されるべき電圧は高くなるべきであることが適用される。

【００３５】

迂回路（ｄｉｖｅｒｓｉｏｎ）なしのオイルヒーターまたは水蒸気などの外部加熱装置を介した砂中子ならびに材料の直接加熱により、本方法の効率が向上し、短い加熱相およびそれによって、短いサイクル時間が、中子の全表面にわたる一様な熱供給のおかげで生じる。

【００３６】

もう１つの利点は、いかなる外部加熱装置も要求されないことに帰着する。これは、上述のように本方法の効率を高めるばかりでなく、可能な外部加熱装置の調達および維持費も低減する。さらに、これにより、より低いレベルの空間要件のプラントを提供することができ、したがって、より多くのプラントが、同じ領域に収容される傾向があり得る。

【００３７】

コア工具の場合は、もう１つの利点が生じる。硬化のために熱エネルギーを必要とする既存のシステムは、コアボックス内の砂中子にできるだけ近くに供給される熱源からの熱を必要とする。これは、ベースプレートまたはコアボックス内の複雑な加熱孔によって一部分は解決される。これらのステップは、熱が必要とされるところにすなわち砂中子およびコアボックスに直接生成されるので、完全に取り除かれ得る。

【００３８】

もう１つの利点は、鋼またはアルミニウムなどの既存のコア工具材料と比較して非常に硬い材料（モース硬度９．５）である炭化珪素セラミックなどの材料を用いることから生じ、それによって、低レベルの摩耗によりコアボックスの寿命が延びる。

【００３９】

その結果、一般に、鋳造目的の鋳型またはコアを製造するための本発明による方法は、工具インサート（ｔｏｏｌ　ｉｎｓｅｒｔ）の材料の比電気抵抗を少なくとも１つの成形材料、特に鋳物砂と、少なくとも５×１０$^{-3}$Ｓ／ｍの十分な導電率を有する、熱によって硬化され得る少なくとも１つの含水無機結合剤とからなる混合物の比電気抵抗に適合させることによって機能する。

【００４０】

それによって、

－混合物を保持するための導電性材料で作られる少なくとも１つの工具インサートは、非導電性ハウジングに導入され、１５０℃と１８０℃との間の作用温度での材料の導電率は、およそ１００℃と１３０℃との間の温度における混合物の比電気伝導率に少なくともほぼ対応し、

－電気エネルギー、したがって熱は、ハウジング内／上に平行に配置され、必要に応じて表面全体にわたって延在する電極を介して工具インサートに供給され、それにより、混合物の硬化がもたらされ、

－ハウジングは、少なくとも２つのハウジング部分で作られ、これらは、鋳型またはコア製造のサイクルプロセスの開始時および終了時に一緒にまたは互いから離れて移動され、一緒に移動されると中間絶縁層なしに直接接触面を形成し、

－突出しピンための必要な孔は、工具内で利用可能であり、少なくとも１つの電極、ならびに砂中子を取り外すためのハウジングの少なくとも１つの部分に属し、

－工具ならびに電極ならびにハウジングの少なくとも１つの部分は共に、多孔質であり、かつ／または通気スリットは、水蒸気またはガスを逃がすために存在し、

－鋳型（複数の鋳型）またはコア（複数のコア）は、混合物を硬化させハウジング部分を離れた後に工具から押し出され、突出しピン（ｅｊｅｃｔｉｏｎ　ｐｉｎ）によって取り外される。

【発明の効果】

【００４１】

本発明の他の重要な特徴および利点は、従属請求項、図面、および図面に基づく関連図の説明から生じる。

【００４２】

前述および次に説明される特徴は、本発明の範囲から逸脱することなく、それぞれ示される組み合わせにおいてばかりでなく、他の組み合わせにおいてもまたは単独でも使用され得ることを理解されたい。

【００４３】

本発明の好ましい例示的な実施形態は、図面に表されており、次の説明でより詳細に説明されることになり、同じ参照数字は、同じまたは類似のまたは機能的に同一の構成要素

を指すことになる。
【図面の簡単な説明】
【００４４】
【図１】本発明による鋳型またはコア工具の断面図である。
【図２】コアまたは鋳型に導入された電力および関連する抵抗の定性図（ｑｕａｌｉｔａｔｉｖｅ　ｖｉｅｗ）を伴う相図である。
【図３】（コアボックス）材料の比抵抗を砂／結合剤混合物に適合させない場合の既存の電気的方法による加熱の図である。
【図４】可能なコアボックス設計の図である。
【図５】絶縁ハウジングおよびベースプレートを持つ材料の取付けの図である。
【図６】上面図（図６ａ）、正面図（図６ｂ）、および側面図（図６ｃ）を持つ通気孔および突出し孔の図である。
【発明を実施するための形態】
【００４５】
図１によれば、鋳造目的で鋳型２またはコア２を製造するための本発明による鋳型またはコア工具１、２つの部分４、５から成り、分離レベル６を介して互いに接続される、機械から電気的に絶縁されるハウジング３。ハウジング３は、ベースプレート１２に取り付けられる。ハウジング３は、プラスチック、絶縁セラミックまたは他の非導電性材料で作られ、導電性材料７を寄せ集める。材料７は、混合物９を保持する鋳型を形成し、それからコア２’または鋳型２が、硬化後に形成される。材料７は、例えばセラミック材料であってもよい。本発明によれば、混合物９の比電気伝導率および材料７の比電気伝導率は、それによって少なくともほぼ強度が同一であり、例えばそれらは、もはや図２の相２の場合ように相違せず、したがって、材料７および混合物９においては、本質的に同じ比電気伝導率および同じ比電気抵抗が広く適用されている（ｐｒｅｖａｉｌ）。本発明による鋳型またはコア工具１は、互いに平行に配置された少なくとも２つの電極１０をさらに持つ。装置８が、電極１０に供給される電圧を調整し制御するように設けられる。
【００４６】
本発明によれば、次に、コア２’のまたは鋳型２の材料７の比電気伝導率は、図２の相２の場合の混合物９の比電気伝導率にほぼ対応しており、それによって、混合物９を通して電気エネルギーの同じ程度に一様なチャネリングが可能である。
【００４７】
本発明による鋳型またはコア工具１を使って、鋳型２またはコア２’または鋳造用コア２’が、可能な最高レベルの品質で製造されることができ、なぜなら、鋳型２またはコア２’に使用される混合物９および材料７の少なくともほぼ同じ導電率により、材料７および混合物９を通して電流の一様なチャネリング、およびそれによって混合物９の一様な加熱および硬化が行われることができ、それは、鋳型２またはコア２’のそれぞれの幾何学的寸法と無関係であるからである。
【００４８】
それによって、鋳型２またはコア２は、次のように製造される。すなわち、最初に、第１の構成中の材料の前述の選択の後に、導電性材料７が、鋳型またはコア工具１のハウジング３に挿入され、その後の鋳型２またはその後のコア２’を形成する混合物９に対して負の鋳型を形成する。その後、電気エネルギー、それによって熱が、電極１０を介して材料７に供給され、それにより、混合物９の硬化がもたらされる。その結果、混合物９の硬化は、特に混合物９から水を蒸発させることによって行われ、そこでは、混合物９は、例えば、無機結合剤、水、および鋳物砂を含むことができる。
【００４９】
混合物９（砂／結合剤混合物）に使用される無機結合剤は、水溶性であり得るが、少なくとも水を含有することができ、いずれにせよ導電性である。本発明による方法、および本発明による鋳型またはコア工具１を用いて、特に一様に加熱され、それによってまた特に一様に硬化され、したがってより均質な鋳物コアまたはコア２’が作り出されることが

でき、それは、コア２’のまたは鋳型２のそれぞれの幾何学的寸法と無関係であり、なぜなら、電流は、これまでは従来技術から知られている既知の鋳型またはコア工具には事実であるように、コア２’のための混合物９の、および材料７の好ましくは同一の導電性のため、いかなるより短い経路も探し出さないからである。この時点まで、これは、コア２’または鋳型２の幾何学的寸法に起因する電気経路のため、この時点まである一定の状況下では、これらは、一様に硬化されておらず、したがって、完全に硬化された領域、および部分的にしか硬化されずまたは全く硬化されなかった領域を有し、それによって、この時点まで鋳型またはコア工具を用いてこの時点まで製造された鋳型またはコアの品質は、しばしば不満足なものであったという事実をもたらした。

【００５０】

装置８によって、特に、電圧は、増加または減少されることができ、それによって、鋳型２またはコア２’を製造するためのサイクル時間が制御され得る。

【００５１】

工具１２のベースプレートは、ハウジング３、部品４、５、ならびに材料７を寄せ集め、絶縁ねじ１３およびブラケット１４が、取り付けのために設けられる。また、絶縁ねじ１３は、より容易でより速い拡張を可能にするように急速締付けシステムで置き換えられ得る。材料は、電極１０上に「浮いて」おり、電極１０は、位置合わせピン１５によってその位置に保持される。

【００５２】

次に、表１が、より良い理解のために含まれる。それによって、表１は、異なる砂／結合剤混合物９について複数の測定系列を示している。それによって、この調査結果は、比電気伝導率が所望の砂／結合剤混合物９に依存すること、および、これが添加剤を変えることによって、かつ／またはそれが成り立つ構成要素の百分率を変えることによって影響され得ることを意味する。砂／結合剤混合物９中の導電性の割合が強ければ強いほど、砂／結合剤混合物９の比電気抵抗は低い。

【００５３】

【表１】

測定シリーズ	砂比熱	表面、検体 cm^2	長さ、検体 cm^2	最も低い測定抵抗（最適点）オーム
水ガラス２％	０．８３５Ｊ／ｇ＊Ｋ	６．１	２	１０８０
水ガラス３％	０．８３５Ｊ／ｇ＊Ｋ	６．１	２	１１３０
水ガラス３％、およびグラファイト０．５％	０．８３５Ｊ／ｇ＊Ｋ	６．１	２	５８８
水ガラス３％、グラファイト、１％、測定系列１	０．８３５Ｊ／ｇ＊Ｋ	６．１	２	５２９
水ガラス３％、グラファイト、１％、測定系列２	０．８３５Ｊ／ｇ＊Ｋ	６．１	２	４９８
水ガラス４％、測定系列１	０．８３５Ｊ／ｇ＊Ｋ	６．１	２	５２３
水ガラス４％、測定系列２	０．８３５Ｊ／ｇ＊Ｋ	６．１	２	５８４
水ガラス１０％、およびグラファイト５．０％	０．８３５Ｊ／ｇ＊Ｋ	６．１	２	１２．７８
ＡＳＫによるＩｎｎｏｔｅｋ Ｂｉｎｄｅｒ（ＡＳＫによるイノテックバインダー）	０．８３５Ｊ／ｇ＊Ｋ	６．１	２	７８１
ＨｕｅｔｔｅｎｅｓＡｌｂｅｒｔｕｓによるＣｏｒｄｉｓ ｂｉｎｄｅｒ（ＨｕｅｔｔｅｎｅｓＡｌｂｅｒｔｕｓによるコーディスバインダー）	０．８３５Ｊ／ｇ＊Ｋ	６．１	２	６８３
鋳造用結合剤（非公開）	０．８３５Ｊ／ｇ＊Ｋ	９．６	３．５	４９９

表１：砂／結合剤混合物測定系列

【００５４】

したがって、次のアプローチが、所望の砂／結合剤混合物の特定の電気特性を決定するために使用され得る。しかしながら、この方法はまた、（砂／結合剤）混合物９がまだ規定されていない場合にも使用され得る。この場合は、方法の効率を改善するために添加剤を変えることによって砂／結合剤混合物９の特定の電気特性に具体的に影響を及ぼす試みが行われ得る。

【００５５】

いくつかの工程が、この方法のために導電性材料を最適に選択するために必要である。各結合剤は、可能な限り最良の硬化を保証する最適作用温度を有する。試験された結合剤の場合は、これは、約１５０～１８０℃であったが、製造業者の仕様ならびに、おそらく使用されるバインダー添加剤に依存する。第一に、所望の無機砂／結合剤混合物９の比抵抗曲線は温度に応じて決定されなければならない。表１において、一例として、無機結合剤および結合剤の変化に基づく砂／結合剤混合物のえり抜きの抵抗温度値を示している。

それによって、異なる割合の可溶性ガラスならびにグラファイト添加剤がまた分析された。曲線は、次の通り決定された。

【００５６】

最初に、比較上の試料本体が、作成されなければならない。試料本体は、２つの対向する金属電極、およびこの電極の間の絶縁管から成る。絶縁管内の本体の形状寸法（電極の面積および間隔）が、決定されなければならない。キャビティは、硬化していない未硬化砂（ｇｒｅｅｎ　ｎｏｎ－ｃｕｒｉｎｇ）／結合剤混合物９で充填される。製造の間中、砂／結合剤混合物９は、後ほど使用されることになる混合物９に対応しなければならない。混合物９は、実際の使用条件に従って圧縮されなければならない。測定装置が、電圧、電流、および温度を測定するように電極に接続される。定電圧が、電流供給源を介して電極に印加される。計算された抵抗は、測定された電流で割った印加電圧から生じる。

【００５７】

温度依存比抵抗の計算は、次の通り行われる。

$$Rho = R \times A / I$$

ここで、
Ｒｈｏ：混合物の比電気抵抗
Ｒ：試料の電気抵抗の増加前の抵抗
Ａ：混合物の電極表面
Ｉ：試料の厚さ
である。

【００５８】

それによって、温度依存抵抗曲線が、各砂／結合剤混合物９について生じる。

【００５９】

その結果、すべての測定された抵抗曲線は、図２の場合のように次の特徴的な形状を備える。

【００６０】

図２においては、任意の無機砂／結合剤混合物の通電加熱された混合物９の電気抵抗および導入された電力の典型的な進行が示されている。電圧がスイッチオンされた後に、抵抗は、非常に短い時間内に著しく減少する（相１：容量性負荷、ｃａｐａｃｉｔｉｖｅ　ｌｏａｄ）。その後、ゆっくりと低下する電気抵抗の相２が、曲線の進行で始まる（ロードキャリア（ｌｏａｄ　ｃａｒｒｉｅｒ）の増加）。この間、試料によって吸収される電力がまた、ロードキャリアが到達した温度により蒸発するまで絶えず増加する。次に、抵抗が、非常に急速に増加する（相３）。その後の鋳型のためのセラミック材料の比電気抵抗（Ｒｈｏ）の選択のために、ここに最大量の電力が導入され得るので、試料の電気抵抗の増加前の時点が、相３において最適である（相２の終了直前）。これは、図２において１１で示されている。

【００６１】

さらに、相２（ｐｈａｓｅ　２）内の値の計算から生じる比電気抵抗が考えられる。

【００６２】

試験された混合物９の比電気抵抗は、加熱プロセス中に変化する。これは、１００℃未満でおよそ８５オームメートルであり、１３０℃を越えるところで２５オームメートル未満に減少する。さらに加熱すると、比抵抗は、不規則に増加する。しかしながら、その後、結合剤から水を除去するのに必要なエネルギーは、硬化をもたらすが、砂／結合剤混合物９にも存在する。

【００６３】

本発明による解決策のもう１つの好ましい実施形態の場合は、無機結合剤はまた、これらが導電性であり、硬化のために熱を必要とし、ならびに別様に要求される特性を有することを条件として、他のバインダータイプと置き換えられ得る。

【００６４】
この方法のための導電性材料の最適な選択のために、砂／結合剤混合物９の温度／抵抗曲線を決定した後に、材料７の決定が、要求される比抵抗に基づいて可能である。
【００６５】
砂／結合剤混合物９の比抵抗に基づいて、材料組成が、一連の試験によって決定されなければならず、この材料組成は、ある一定の温度で適切な比電気抵抗を有する。このある一定の温度は、最もよく硬化するように結合剤によって要求される最適温度に依存する。
【００６６】
本願発明者らの実験においては、試験された結合剤は、硬化するようにおよそ１５０℃から約１８０℃にも及ぶ温度を必要とした。最適抵抗付近の範囲は、温度抵抗曲線によって約２５オームメートルであると決定された（上記を参照されたい）。その結果として、試験された結合剤混合物９は、１５０～１８０℃で約２５オームメートルの比抵抗を持つ材料７を必要とする。
【００６７】
主として、材料７の比抵抗は、砂／結合剤混合物９の最適比抵抗に関して同じであるべきである。実施中に、材料７の比抵抗が砂／結合剤混合物９の比抵抗を超えるべきである場合は、これは、コアボックス材料７の方向にコア２の中心部の加熱をもたらす傾向があり、なぜならば、ここに、電流はより低いレベルの抵抗を持つ経路を探し出すからである。実施中、材料７の比抵抗が砂／結合剤混合物９の場合よりも低くなるべきである場合は、コアボックス材料７の加熱は、砂コアの中心の方向に行われる傾向がある。
【００６８】
同様に、材料７の温度／抵抗曲線の進行は、砂／結合剤混合物９の温度／抵抗曲線の温度／抵抗曲線と類似しているはずである。両方の曲線の偏差が小さければ小さいほど、この方法はより効果的である。
【００６９】
それによって、材料を決定するための試験系列が、次の通り実行され得る。
【００７０】
炭化珪素などの原料は、小さな試料板の形で製造される。次に、この材料試料は、これらの電極が試料板と直接接触するように２つの電極の間で装置内に固締される。次に、この試験材料の温度抵抗曲線が、決定される。試料材料の比抵抗と砂／結合剤混合物９の最適比抵抗との間の偏差が大きすぎる場合、材料組成は、修正されなければならない。行われた試験においては、セラミック混合物中のグラファイト含有量の変化を有する炭化珪素組成物は、肯定的であることがわかっている。しかし、原則として、電気比抵抗に影響を及ぼす他の材料組成物または材料添加剤もまた可能である。それによって、グラファイト含有量は、セラミックに拘束され、したがって、さらなる鋳造プロセスに影響を及ぼさない。
【００７１】
これらの試験は、所望の比抵抗を有する適切な材料組成が見出される間は繰り返されなければならない。
【００７２】
さらに、選択された材料７はまた、鋳造環境のための他の物理的特性も満たさなければならない。例えば、破壊強さ、表面粗さ、熱膨張、および熱伝導率が、ここに挙げられる。
【００７３】
例えば、およそ１８０℃の要求される作用温度に達すると他の試験のために選択されるセラミックは、上述の砂／結合剤混合物９に対しておよそ３０オームメートルの比抵抗を有する。
【００７４】
この場合、材料７の最大短期応力は、材料７に永久的な損傷が生じないところで決定されなければならない。この最大短期間負荷は、次に電気的制御にとって重要な役割を演ず

る。これは、ストレス試験によって決定され、最大短期荷重を超える場合に材料７の剥離を引き起こす場合もある。

【００７５】

本発明による解決策のもう１つの好ましい実施形態の場合は、前述のおよび次の材料７は、これらが導電性であり、比電気抵抗の適合が選択された混合物９に対応し、また他の鋳造作業要件が満たされることを条件として、他の材料によって置き換えられ得る。

【００７６】

繰り返される用語「適合（ａｄａｐｔａｔｉｏｎ）」は、砂／結合剤混合物９の具体的な電気的特性に適切な材料７を選択する前述のステップを説明している。上記の方法による適切な材料７の選択（適合）が成功し、砂／結合剤混合物９に適合された後に、コアボックスの構造が、本方法の適用のために確立され得る。それによって、最も重要な作業工程は、材料７の製造である。一例として前述の炭化珪素セラミックにおいては、セラミックは、一般的なセラミック製造プロセスに従っていくつかの製造工程で製造される。特に、焼結後の微細加工は、非常に硬い材料（およそ９．５のモース硬度）のため非常に大きな注意を必要とする。微細加工がより正確に行われれば行われるほど、この方法によって製造された砂中子２のその後の公差偏差は低くなる。

【００７７】

いったん材料７の微細加工が首尾よく完了すると、取り付けは、コアボックス内で行われ得る。材料７は、輪郭形成面の反対側にそれぞれの電極との直接接触面を必要とする。試験においては、電極１０と材料７との間の非常に良好な接触を可能にするために接触面を平坦に研削することが示唆されている。これにより、プロセス中に遷移抵抗レベルを低く保つという所望の効果がもたらされる。

【００７８】

図４に示されるように、電極１０は、材料部分の裏側に浮かせて置かれるべきである。これは、電極１０の材料が通常、コアボックス材料よりも高い熱膨張を有するので必要である。このために、２つのピンが、材料の裏側に取り付けられ、これは、製造プロセス中に電極１０を適切な位置に保持する。

【００７９】

電極１０の平行な配置により、材料７および混合物９を通した電気エネルギーの比較的一様なチャネリングが達成され得、それによって、次には、利点が、一様な加熱および一様な硬化に関して生じる。また、可能な実施形態は、電極１０が材料７に導入されることを可能にする。この場合、いかなるピンも、位置合わせのために必要とされない。この場合、電極１０および材料７は、絶縁材料の窪みによって受け入れられることになる。

【００８０】

多層レベルの取り付けは、それらを工具のベースプレート１２に固締（ａｎｃｈｏｒｅ）することによって行われ得る。取り付けのために、図５に例示されるように、ねじ接続部１５を持つアングル１４（ａｎｇｌｅ）が使用され得る。個々の材料の迅速な交換を可能にするために、急閉鎖システムが、ねじの代わりに使用され得る。

【００８１】

取付けねじ１５は、ハウジング３へ電流を運ぶことを避けるために非導電性材料から作られるべきである。さらに、通気スリット１７（オリフィス）が、ガスまたは水蒸気の漏出を可能にするために材料７内に、電極１０内に、ならびにハウジング３内に設けられなければならない。既存の方法の場合と同様に、硬化プロセス中に、結果として生じるガスおよび水蒸気は、砂中子２”（コア）および材料７、電極１０および孔１７を介してハウジング３から幅木（オリフィス）によって排出され得る。あるいは、材料は、多孔質であることができ、それによってガスまたは水蒸気は漏出することができる。

【００８２】

電極１０は、電源を必要とし、これは、外部制御キャビネットに接続され、それによって電気制御８が行われることを可能にする

【００８３】

電気制御装置８は、コアボックスならびに本方法に適合されなければならない。電気制御装置８は、誘導電流および電極１０によってコアボックスに十分な量のエネルギーを供給するという仕事を引き受ける。新しいプラントの場合は、電気制御装置８（装置８）は、それに応じて一緒に計画されなければならない。現在のシステムを新しい方法に変更する場合、ある一定の状況下では、既存の開閉装置が、改造され適合されなければならない。材料７へのエネルギー供給が電極１０を介して行われることが重要である。そのために、交流または直流が考えられる。

【００８４】

電流誘導の制御は、選択された材料７の最大短期応力ならびに材料７のおよび砂／結合剤混合物９の抵抗／温度曲線を考慮に入れなければならない。

【００８５】

電気制御装置８は、可能な限り最高の電力入力が高電圧によって行われるように選択されなければならないが、材料７の損傷を防ぐために最大短期応力限界を決して超えず、それによって、経済的な方法が確保される。砂／結合剤混合物９への電力入力および関連する熱発生は、比抵抗ならびに印加電圧に依存する。したがって、電力入力および温度はまた、電圧を調整することによって制御され得る。加えて、高すぎる温度は別様に結合力に悪影響を及ぼすことになるので、コアボックスは、結合剤の規定された作用領域を超えた加熱を避けるために温度センサーを有するべきである。

【００８６】

それによって、電気制御装置８はまた、コアシューターのさまざまな工程段階を調整する。それによって、特にコアボックス部品を一緒に移動させる場合に、コアボックスの材料内での衝撃およびそれによって、起こり得る永久的な損傷を回避するために、コンパイリングが、適合した速度で行われることに注意が払われなければならない。

【００８７】

複数の砂中子２を持つコア工具の場合、砂中子２”当たり１対の電極が使用され得、または、完全なコアボックスの全ての砂中子２を覆う１対の電極が使用され得る。それによって、加熱プロセスの間、制御は、全ての送出されたコア２が所望のサイクルタイムで硬化することでき、しかしまた、結合剤がその結合力を失う点を超えて砂中子２”の温度が増加しないように選択されなければならないことが考慮されなければならない。

【００８８】

コアボックスの外部加熱のための他の装置は、なしでもよい。例えば圧力換気のために、他の装置は、引き続き使用され得る。

【００８９】

それによって、通常の製造プロセスは、３つのプロセスに分けられる。第１のプロセスは、短期間またはより長期間の休止時間の後のプラントの試運転を説明する。

【００９０】

このプロセス中の１つの特徴は、材料７がまだ計画された作用温度に達していないことである。それによって、コアボックスの加熱は、それがまた典型的な製造プロセスの場合に行うのと同様に行われる。部分４、５は、それらの初期位置から一緒に導かれ、接触面を形成する。次いで、砂／結合剤混合物９が、コアボックスに打ち込まれ得る。次のステップにおいては、エネルギー供給が、この場合電気制御装置８のおかげで電流によって行われる。材料７の比抵抗の増加により、ウォームアッププロセスは、通常の製造サイクルタイムよりも少し長く時間がかかる。加熱プロセス中、コアボックスは、ゆっくりと熱くなり、温度が上昇するにつれて、材料７の比抵抗は減少する。抵抗の低下が大きければ大きいほど、材料７は、抵抗加熱の原理に従ってより速く熱くなる。第１の砂中子２への入熱は最適条件下で行われないので、このプロセス中にスクラップの増加があり得る。

【００９１】

いったんコアボックスでの結合剤の所望の作用温度に達すれば、実際の製造プロセスが始まる。その結果、プロセスパラメータが、次の通り記述され得る。コアボックスの材料７は、作用温度にあり、したがってこれは、砂／結合剤混合物９の最適な比抵抗を有する

。コアボックス部分４、５は、互いに離れるように移動され、砂中子キャビティは空いている。第１の工程において、コアボックス部分４、５は、閉じられ、次いで、砂／結合剤混合物９が、コアボックスに打ち込まれる。比抵抗は、砂／結合剤混合物９の温度に依存する。それによって、混合物９は、室温にあることができ、または既に先だって熱せられ得る。いったん砂／結合剤混合物９がコアボックス内に打ち込まれれば、コアボックス材料の砂／結合剤混合物９への直接接触面が、幾分冷える。それによって、コアボックス材料７の抵抗は、一時的に増加し、同時に砂／結合剤混合物９の比抵抗は、熱吸収のおかげで減少する。上述したように、材料７のおよび砂／結合剤混合物９の温度／抵抗曲線は同様に進行するので、比抵抗の偏差は、制限されたままである。電気制御装置８は、電流の流れを活性化し、これにより、材料７を通してならびに砂中子２”を通して電流の流れがもたらされる。熱が増加するにつれて、砂／結合剤混合物９のならびに材料７の抵抗は、最適な抵抗がほぼ達成されるまで減少する。この時点では、電力入力は、最適である。

【００９２】

数秒以内に、砂／結合剤混合物９は、次にその初期温度からサイズに応じておよそ１００℃～１３０℃に加熱される。いったん砂／結合剤混合物９内の含水量を蒸発させることにより自由ロードキャリアが減少すれば、砂／結合剤混合物９の比抵抗は、直ちに増加し始める。この時点では、電力の流れは、砂中子２内で低減される。砂／結合剤混合物９のための所望の最適作用温度に達するために、既存の方法の場合とやはり同様に、残る熱エネルギーは、コアボックス材料７を介して伝達されなければならない。

【００９３】

行われた試験においては、炭化珪素材料は、砂中子２”上の材料７の熱損失を補償するために電流の流れによって連続的にさらに加熱される。

【００９４】

したがって、本方法の特別な利点は、特に、砂中子２内を電流の流れを使った抵抗加熱の原理によって、注入中の温度からおよそ１３０℃まで砂／結合剤混合物９を加熱することにある。他の利点は、材料７の効率的な加熱および、それによって、１３０℃から砂／結合剤混合物９の所望の作用温度までの相中の熱供給である。

【００９５】

一例として、およそ１７０℃の作用温度を持つ砂／結合剤混合物９、およびが約２０℃の射出温度が、使用される。全体で、およそ１５０℃の温度が、加熱に必要とされる。したがって、本方法によって、必要とされる熱エネルギーの２／３（およそ１００℃）が、砂中子２内での抵抗加熱によって非常に迅速に発生されることができ、およそ１／３が、砂中子２”への材料７の熱伝達によって発生され得る。

【００９６】

作用温度に達して硬化した後に、砂中子２”は、コアシューティング法の場合のように除去され得る。砂中子をキャビティから排出するために必要とされる突出しピン１６が、指定された突出し孔１６’に取り付けられ、材料７から砂中子２を弛めることを可能にする。

【００９７】

第３のプロセスは、中断またはシャットダウンの前の冷却相を説明する。この相において、コアボックスは、単に離間移動状態で冷えることができ、次いで、第１の工程段階が、再び利用できる。

【００９８】

これまでの従来技術から知られている方法と比較して、混合物９は、例えば異なる砂－コアの厚さに起因する異なる内部電気抵抗により異なる局所硬化度を有することが絶えず懸念されなければならず、本発明による方法によって、初めて、均一を意味する一様なかつ付加的なプロセス信頼性の高い混合物９の硬化が達成されることができ、その場合、それらの幾何学的構造とは無関係な特に高レベルの品質を有する鋳型２または鋳物コア２’が、製造され得る。さらに、本発明による方法によって、例えば、外部から熱によって硬化する場合（例えば油加熱）になるであろう、コア表面または型表面上のスケーリングの

危険性が、防止される。

【００９９】

初めて、鋳型またはコア工具１を使って、その結果、鋳型２またはコア２’のプロセス信頼性の高い製造が、砂／結合剤混合物９に対する鋳型／コアボックス材料７の比電気伝導率の適合によって可能になる。これにより、電気エネルギーの一様なチャネリングが行われ、したがって一様な加熱ができるようになり、したがって一様な硬化がもたらされる。これは、この時点まで不可能であった。

【図１】

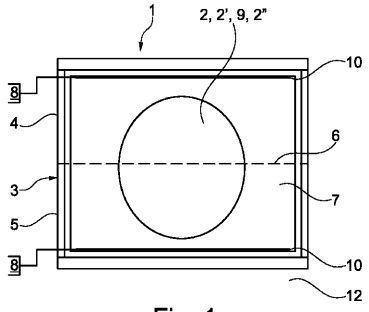


Fig. 1

【図２】

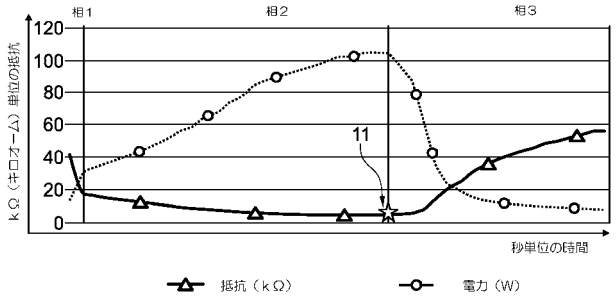


Fig. 2

【図３】

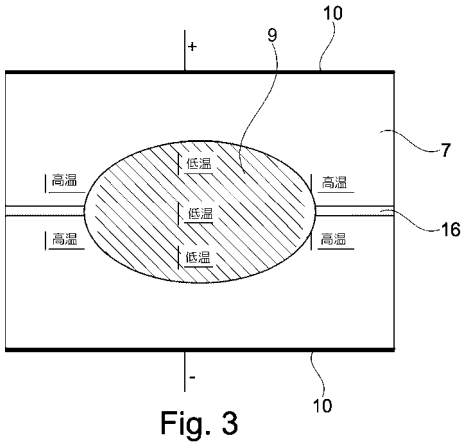


Fig. 3

【図４】

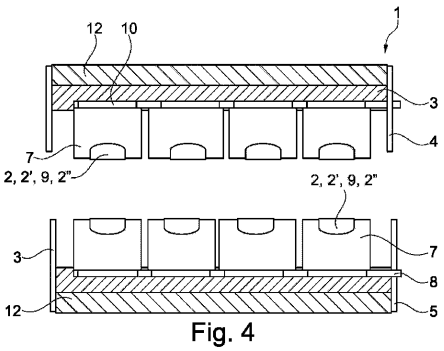


Fig. 4

【図５】

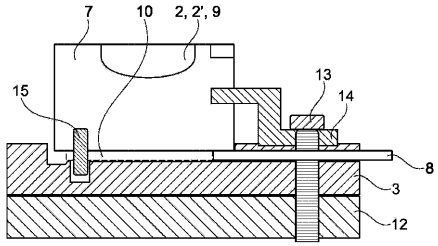
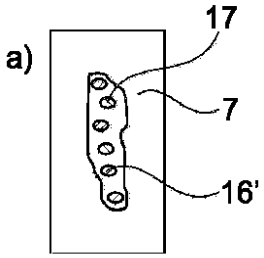
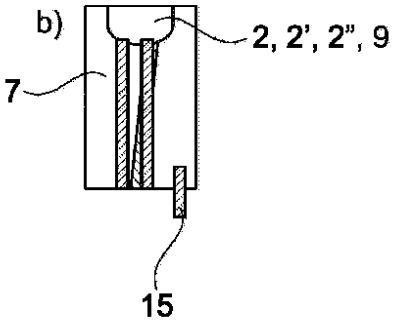


Fig. 5

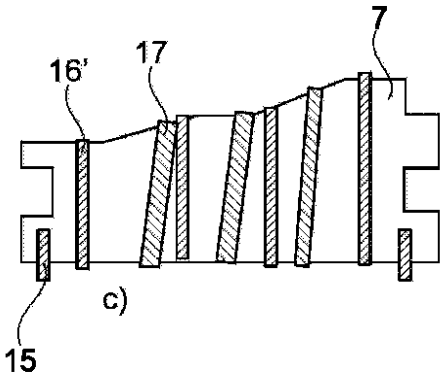
【図６ａ）】



【図６ｂ）】



【図６ｃ）】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2017/100995

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B22C1/02 B22C7/06 B22C9/12
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)
B22C

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	US 2004/192806 A1 (KUHS BERND [DE]) 30 September 2004 (2004-09-30)	1,2,5-8
A	abstract paragraphs [0001], [0005], [0011], [0012], [0023], [0033], [0040], [0054], [0055], [0067], [0068] figure 6	3,4,9-12

A	DE 37 35 751 A1 (PLANSEE METALLWERK [DE]) 3 May 1989 (1989-05-03) cited in the application column 1, line 65 - column 2, line 30 column 2, line 44 - line 60	1-12

☐ 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
8 February 2018	14/02/2018

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	Grave, Christian

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/DE2017/100995

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004192806 A1	30-09-2004	CA 2457588 A1	20-02-2003
		CN 1538887 A	20-10-2004
		EA 200400295 A1	24-06-2004
		EP 1417061 A1	12-05-2004
		JP 2005508252 A	31-03-2005
		MX PA04001086 A	08-07-2004
		US 2004192806 A1	30-09-2004
		WO 03013761 A1	20-02-2003
DE 3735751 A1	03-05-1989	DE 3735751 A1	03-05-1989
		EP 0316978 A1	24-05-1989
		EP 0342209 A1	23-11-1989
		ES 2029000 T3	16-07-1992
		JP 2851293 B2	27-01-1999
		JP H02501721 A	14-06-1990
		US 5190094 A	02-03-1993
		WO 8903736 A1	05-05-1989

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (April 2005)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2017/100995

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B22C1/02 B22C7/06 B22C9/12
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B22C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2004/192806 A1 (KUHS BERND [DE]) 30. September 2004 (2004-09-30)	1,2,5-8
A	Zusammenfassung Absätze [0001], [0005], [0011], [0012], [0023], [0033], [0040], [0054], [0055], [0067], [0068] Abbildung 6	3,4,9-12

A	DE 37 35 751 A1 (PLANSEE METALLWERK [DE]) 3. Mai 1989 (1989-05-03) in der Anmeldung erwähnt Spalte 1, Zeile 65 - Spalte 2, Zeile 30 Spalte 2, Zeile 44 - Zeile 60	1-12

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
8. Februar 2018	14/02/2018

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Grave, Christian

2

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (April 2005)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2017/100995

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2004192806 A1	30-09-2004	CA 2457588 A1	20-02-2003
		CN 1538887 A	20-10-2004
		EA 200400295 A1	24-06-2004
		EP 1417061 A1	12-05-2004
		JP 2005508252 A	31-03-2005
		MX PA04001086 A	08-07-2004
		US 2004192806 A1	30-09-2004
		WO 03013761 A1	20-02-2003
DE 3735751 A1	03-05-1989	DE 3735751 A1	03-05-1989
		EP 0316978 A1	24-05-1989
		EP 0342209 A1	23-11-1989
		ES 2029000 T3	16-07-1992
		JP 2851293 B2	27-01-1999
		JP H02501721 A	14-06-1990
		US 5190094 A	02-03-1993
		WO 8903736 A1	05-05-1989

フロントページの続き

(81)指定国・地域 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(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,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),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,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ