

(19)



(11)

EP 3 575 720 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
04.12.2019 Patentblatt 2019/49

(51) Int Cl.:
F27B 14/06 (2006.01) **F27D 1/16** (2006.01)
F27B 14/14 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19176840.7**

(22) Anmeldetag: **27.05.2019**

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

(71) Anmelder: **Rheinzink GmbH & Co. KG**
45711 Datteln (DE)

(72) Erfinder:
• **Beigel, Wolfgang**
59399 Olfen (DE)
• **Klingbeil, Ingo**
45665 Recklinghausen (DE)

(30) Priorität: **30.05.2018 DE 102018112927**

(74) Vertreter: **Bischof, Oliver**
An den Speichern 6
48157 Münster (DE)

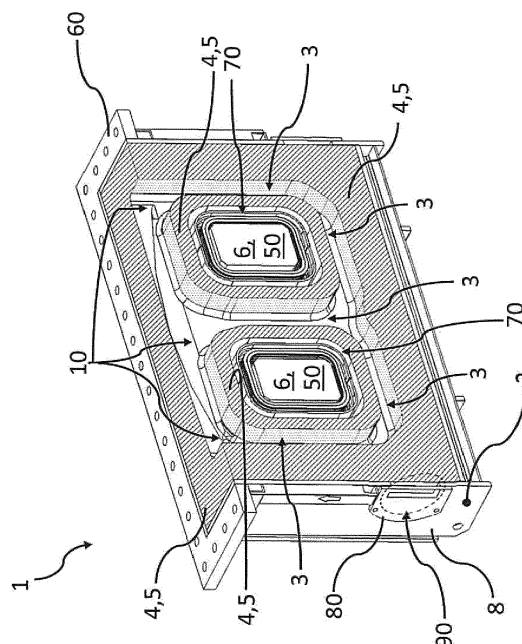
(54) VERFAHREN FÜR INDUKTORZUSTELLUNG

(57) Die Erfindung betrifft Verfahren zur Zustellung eines Rinneninduktors (1) mit einem Induktorgehäuse (2) und zumindest einen in dem Induktorgehäuse (2) aufgenommenen Platzhalter zur Ausbildung zumindest einer Rinne (3), wobei das Induktorgehäuse (2) mit einer Zu-

stellmasse (4) zugestellt wird.

Erfindungswesentlich ist vorgesehen, dass als Zustellmasse (4) ein feuerfestes Material (5) zugestellt wird, das mit einer Armierung versehen ist.

Fig. 3



EP 3 575 720 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Zustellung eines Rinneninduktors gemäß Anspruch 1, einen Rinneninduktor gemäß Anspruch 9, einen Feuerfestbeton zur Verwendung als Zustellmasse für einen Induktor gemäß Anspruch 10 sowie ein System, umfassend den erfindungsgemäßen Rinneninduktor, der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt ist, und ein System mit dem erfindungsgemäßen Induktor und einem Induktionsofen gemäß Anspruch 12.

[0002] Bei der Herstellung von Nichteisen-Metallen (NE-Metallen) und -legierungen werden u.a. Induktionsöfen verwendet, bei denen die Schmelzenergie durch Strom zugeführt wird. Das flüssige Metall wird durch Rinneninduktoren geleitet, bei denen Kupferspulen sowohl das Metall aufheizen als auch - durch strominduzierte elektromagnetische Felder - das flüssige Metall in Bewegung halten (und damit durch-mischen. Meist befinden sich die Induktoren an den Außenseiten des entsprechenden Ofens. Die Kupferspulen müssen gegen das flüssige Metall und gegen die Außenseiten isoliert werden; dies geschieht über die Zustellung des Induktorgehäuses mit geeigneten Feuerfestmassen.

[0003] Das übliche Verfahren besteht darin, das Induktorgehäuse mit Trockenschüttmassen, Stampfmassen oder Betonen zuzustellen.

[0004] Als Platzhalter für die Rinne im Induktor wird in üblicher Weise eine Stahlkonstruktion verwendet, die mechanisch, nämlich nach der Trocknung oder dem Verfestigen der Zustellmasse, durch Herausziehen aus dem Induktor entfernt werden muss, wodurch es durch die mechanische Beanspruchung der Zustellmasse zu Beschädigungen in dieser kommen kann.

[0005] Trockenschüttmassen sind zwar relativ einfach zu handhaben, diese sind jedoch schwer durchzusintern und daher mechanisch anfällig. Es bildet sich lediglich eine dünne Sinterschicht von 5 mm bis 10 mm Dicke unmittelbar zum Stahlmodell. Nachteilhaft bei der Verwendung einer Trockenschüttmasse ist neben der hohen Verschleißrate zudem eine schlechte Temperaturwechselbeständigkeit der Schüttmasse, wodurch die Lebensdauer eines mit einer Trockenschüttmasse zugestellten Induktors sehr kurz ist.

[0006] Im Gegensatz zu Trockenschüttmassen sind die als Zustellmasse bekannten Betone leicht verarbeitbar, diese neigen jedoch zur Rissbildung im Trocknungsprozess. Dies führt ebenfalls zu einer geringen Lebensdauer.

[0007] Demgegenüber zeigen Stampfmassen eine höhere Lebensdauer, diese sind jedoch sehr aufwändig in der Zustellung, da sie schichtweise gestampft werden müssen.

[0008] Es hat sich außerdem gezeigt, dass bei allen Zustellverfahren eine Schwachstelle in den in den Stirnwänden des Induktorgehäuses ausgebildeten seitlichen Öffnungen besteht, die zum Herausziehen des Stahlkerns erforderlich sind und die nach dem Herausziehen

durch einen Stopfenstein als Dichtung verschlossen werden müssen. Die Dichtung ist jedoch eine mögliche Austrittsstelle für flüssiges Metall. Die Lebensdauer der im üblichen Verfahren zugestellten Induktoren ist vergleichsweise kurz, im Extremfall nur wenige Wochen, auch auf Grund der Tatsache, dass flüssiges Metall eine sehr geringe Viskosität besitzt, und dieses daher in jede Schwachstelle (z.B. kleine Risse) eindringen kann. In der Folge bricht das flüssige Metall durch die Zustellmasse nach außen, wodurch der Induktor und der damit fluidtechnisch verbundene Ofen undicht werden.

[0009] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, neben einem Verfahren zur Zustellung eines Induktors, einen Rinneninduktor, eine verbesserte Zustellmasse und ein wartungsfreies System, umfassend einen Induktor und einen Ofen, zur Verfügung zu stellen, mit welchen die im Stand der Technik bekannten Nachteile zumindest teilweise überwunden werden können. Insbesondere ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Ausbildung eines verschleißarmen Induktors, einen neuartigen Induktor, eine Zustellmasse sowie ein System mit dem erfindungsgemäßen Induktor und einem Ofen derart auszugestalten, welche hinsichtlich Festigkeit, Verschleißwiderstand und Temperaturwechselbeständigkeit verbessert sind und daher eine hohe Lebensdauer des zugestellten Induktors unter Verbesserung der Effizienz und Verringerung von Wartungskosten ermöglicht.

[0010] Die voranstehende Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1, durch einen Rinneninduktor, insbesondere der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt wird, mit den Merkmalen des Anspruchs 9, durch einen Feuerfestbeton als Zustellmasse für den erfindungsgemäßen Rinneninduktor mit den Merkmalen des Anspruchs 10 und durch ein System, umfassend den erfindungsgemäßen Rinneninduktor und einen Ofen, mit den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst.

[0011] Weitere Vorteile, Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Rinneninduktor, dem erfindungsgemäßen Feuerfestbeton zur Verwendung als Zustellmasse und darüber hinaus in Verbindung mit dem erfindungsgemäßen System, so dass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird bzw. werden kann.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Zustellung eines Rinneninduktors, umfassend ein Induktorgehäuse und zumindest einen in dem Induktorgehäuse aufgenommenen Platzhalter zur Ausbildung zumindest einer Rinne, wobei das Induktorgehäuse mit einer Zustellmasse zugestellt wird, schließt die technische Lehre ein, dass als Zustellmasse ein feuerfestes Material zugestellt wird, das mit einer Armierung versehen ist.

[0013] Das erfindungsgemäße Zustellverfahren dient vorteilhaft für Rinneninduktoren, die mit einem Induktionsrinnenofen fluidtechnisch verbunden sind, wobei der Ofen vorteilhaft zur Erschmelzung von NE- Metallen und -legierungen, vorzugsweise Zinklegierungen verwendet wird.

[0014] Als feuerfestes Material für die Zustellmasse wird vorzugsweise ein Feuerfestbeton verwendet, noch bevorzugter ein low-cement oder ultra-low-cement Feuerfestbeton, welcher erfindungsgemäß mit einer Armierung versehen ist. Vorteilhaft wird dafür der Zustellmasse vor deren Sinterung die Armierung in Form von Fasern oder Nadeln beigemischt. In vorteilhafter Weise werden Edelstahlfasern und/oder -nadeln der Zustellmasse beigemischt, welche erfindungsgemäß bei der speziellen Verwendung des Feuerfestbetons als Zustellmasse für einen Induktor als Armierung wirken, wodurch eine Materialverstärkung bei Reduktion potenzieller Rissbildungen der Zustellmasse bei deren Sinterung und im Betriebszustand am Ofen, das heißt während der Standzeit des Induktors, eintritt. Anstelle von Edelstahlfasern und/oder -nadeln ist es auch denkbar, Carbonfasern als Armierung für die Zustellmasse zu verwenden. Da der Übergangsbereich zwischen Schmelz und Feststoff von vielen Glasarten um 600°C liegt, können auch Fasern und/oder Nadeln aus Glas für die Armierung der Zustellmasse verwendet werden, wenn der Induktor im Betriebszustand am Ofen bei einer Temperatur unterhalb des Transformationsbereichs von Glas verwendet wird.

[0015] Die Verwendung einer Armierung und insbesondere die Verwendung von Edelstahlfasern oder -nadeln zur Stabilisierung der Feuerfestbeton-Zustellmasse, die nach deren Sinterung auch als Feuerfestmasse bezeichnet wird, erhöht in vorteilhafter Weise die Lebensdauer von mit der Armierung versehenen Zustellmasse zugestellten Induktoren deutlich. Dabei wurden bisher Lebensdauern der auf diese Weise zugestellten Induktoren von mehr als 10 Monaten erreicht. Erste Auswertungen lassen noch eine wesentlich höhere Standzeit, das heißt im Betriebszustand, in dem der Induktor fluidtechnisch mit einem Ofen verbunden ist, in einem konstant hohen Temperaturbereich vermuten. Des Weiteren konnten weder Auswaschungen noch ein Eindiffundieren des flüssigen Metalls in die Feuerfestmasse festgestellt werden.

[0016] Bevorzugt wird die Armierung, insbesondere werden die Edelstahlfasern oder -nadeln, in einem Anteil von 0,5% bis 5% bezogen auf das Trockengewicht der Zustellmasse, der Zustellmasse beigemischt. Noch bevorzugter ist der Anteil der Armierung in Bezug auf das Trockengewicht der Zustellmasse 1% bis 3%. Und am meisten bevorzugt liegt der Anteil der Armierung in Bezug auf das Trockengewicht der Zustellmasse bei 2% bis 2,5%, wobei insgesamt die die Prozentbereiche begrenzenden Unter- und Oberwerte mit inbegriffen sind.

[0017] In vorteilhafter Weise erfolgt die Zustellung unter Verwendung eines Styropormodells für den Induktorkern, welches als Platzhalter für die Rinnengeometrie

dient. In bevorzugter Weise kann das Styropormodell unter Verwendung eines Lösemittels in der luftgetrockneten Zustellmasse aufgelöst und mit dem Lösemittel aus der Zustellmasse ausgespült werden. Im Gegensatz zu dem aus dem Stand der Technik bekannten Platzhalter, nämlich die in Form der Rinnengeometrie ausgestalteten Stahlkonstruktion, die nach dem Verfestigen der Zustellmasse über in dem Induktorgehäuse ausgebildeten Öffnungen mechanisch, nämlich durch Herausziehen aus der Zustellmasse entfernt werden muss, fallen bei Verwendung des als Styropormodells ausgebildeten Platzhalters die ansonsten benötigten seitlichen Öffnungen des Induktors weg, wodurch eine Austrittsmöglichkeit von im Ofen verflüssigten NE-Metallen durch die nicht mehr vorhandenen Öffnungen erfindungsgemäß ausgeschlossen werden kann. Vorteilhaft können aber auch die bekannten Induktorgehäuse durch das erfindungsgemäße Verfahren zu einem Induktor ausgebildet werden, da die seitlichen Öffnungen durch die Zustellmasse wirkungsvoll nach innen in das Induktorgehäuse hinein verschlossen werden.

[0018] Vorteilhaft erfolgt die Lufttrocknung der Zustellmasse mit dem darin aufgenommenen Platzhalter über eine Dauer von 12 h bis 24 h. Die Dauer der Lufttrocknung ist dabei abhängig von der Größe des Induktors und dem Feuchtegehalt der Zustellmasse.

[0019] Nach der Lufttrocknung erfolgt vorteilhaft ein Sintern der Zustellmasse in zumindest zwei Schritten. In einem ersten Schritt wird der Induktor mit der zugestellten und luftgetrockneten Zustellmasse und dem zuvor herausgelösten Platzhalter vorteilhaft in einem separaten Aufheizofen unter langsamen Aufheizen vorgesintert und über einen längeren Zeitraum bei dieser Temperatur gehalten, wodurch der Induktor komplett durchgesintert wird. Nach dem Durchsintern des Induktors im ersten Schritt wird der Induktor an einen Ofen montiert, um im Betriebszustand flüssiges Metall aus dem Ofen aufnehmen zu können. Nach der Montage an dem Ofen wird der Induktor bei niedriger Temperatur auf einem anfänglichen ersten Temperaturplateau bei einer mehrstündigen Verweildauer bis auf ein folgendes zweites Temperaturplateau mit hoher Temperatur aufgeheizt und für eine ca. doppelt so lange Zeit wie die für das anfängliche Temperaturplateau gehalten. Nach dem Aufheizen des Induktors auf dem zweiten Temperaturplateau wird dieser bis auf die Betriebstemperatur aufgeheizt und in den Betriebszustand versetzt, wobei der Induktor in den Betrieb am Ofen übernommen wird.

[0020] Des Weiteren wird die Aufgabe der vorliegenden Erfindung durch einen erfindungsgemäßen Rinneninduktor, insbesondere der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt ist, mit wenigstens einer Induktorrinne, wobei die Induktorrinne im Betriebszustand des Rinneninduktors wenigstens eine in einer Zustellmasse eingebettete Induktorspule zumindest teilweise umgibt, umfassend ein Induktorgehäuse mit zumindest zwei Seitenwänden mit Öffnungen zum Einführen der Induktorspule in das Induktorgehäuse und zumindest

zwei Stirnwänden, wobei bei der Zustellung zur Ausbildung der Induktorrinne ein aus der Zustellmasse herausspülbares Modell der Induktorrinne in dem Induktorgehäuse aufgenommen ist, mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst, wobei als erfindungswesentlich vorgesehen ist, dass die Stirnwände des Induktorgehäuses vollflächig solide ausgestaltet sind.

[0021] Wie bereits für das erfindungsgemäße Verfahren beschrieben, sind bei Verwendung eines Platzhalters, der ein Styropormodell ist, die ansonsten bei Verwendung eines Stahlmodells benötigten Öffnungen in den Stirnwänden des Induktorgehäuses ohne Funktion, da das Styropormodell mittels Lösemittel in der Zustellmasse aufgelöst und aus dieser ausgespült werden kann. Da die Möglichkeit der Verwendung eines Styropormodells als Platzhalter für die Rinnengeometrie einen Rinneninduktors vorab nicht in Betracht gezogen wurde, weisen die bekannten Induktorgehäuse seitliche Öffnungen in deren Stirnwänden auf, über die das bekannte Stahlmodell für die Rinnengeometrie mechanisch über die Öffnungen aus dem Induktorgehäuse entfernt wurde und danach die Öffnungen mit einer Dichtung, einem sogenannten Stopfenstein abgedichtet wurden. Der erfindungsgemäße Induktor benötigt jedoch nicht mehr zwingend seitliche Öffnungen in den Stirnwänden des Induktorgehäuses, wodurch bei Verzicht auf die seitlichen Öffnungen eine Austrittsmöglichkeit von im Ofen verflüssigten NE-Metallen durch die nicht mehr vorhandenen Öffnungen erfindungsgemäß ausgeschlossen werden kann. Natürlich können die bereits verwendeten Induktorgehäuse zur Herstellung von Induktoren, welche die mit dem Stopfenstein verschließbaren Öffnungen in den Stirnwänden aufweisen, auch gemäß dem erfindungsgemäßen Zustellverfahren verwendet werden. Insofern ist als erfindungsgemäßer Rinneninduktor auch ein Rinneninduktor mit einem bekannten Induktorgehäuse mit Öffnungen in dessen Stirnwänden zu verstehen, welches mit einer Zustellmasse aus einem feuerfesten Material, das mit einer Armierung versehen ist, zugestellt ist. Insofern ist das Induktorgehäuse mit vollflächig soliden Stirnwänden, das heißt ohne die Ausbildung von Öffnungen, und ohne eine in das Gehäuse eingefüllte Zustellmasse, selbst als ein einzelner Erfindungsaspekt zu betrachten.

[0022] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Feuerfestbeton zur Verwendung als Zustellmasse für einen Induktor, wobei erfindungswesentlich vorgesehen ist, dass der Feuerfestbeton mit einer Armierung versehen ist, wobei besonders vorteilhaft dem Feuerfestbeton Edelstahlfasern und/oder -nadeln als Armierung beigemischt sind. Es ist natürlich auch vorstellbar den Feuerfestbeton beispielsweise durch die Beimischung von Carbonfasern oder von Glasfasern oder -nadeln mit einer Armierung zu versehen.

[0023] Schließlich wird die Aufgabe der vorliegenden Erfindung durch ein erfindungsgemäßes System, umfassend zumindest einen erfindungsgemäßen Induktor, insbesondere der nach dem erfindungsgemäßen Verfah-

ren, und der insbesondere unter Verwendung des erfindungsgemäßen Feuerfestbetons, hergestellt ist, und einen Induktionsofen, wobei der Induktor fluidtechnisch mit dem Induktionsofen verbunden ist. Vorteilhaft sind zumindest zwei und noch bevorzugter drei oder mehr Induktoren fluidtechnisch mit dem Ofen verbunden, damit bei einem Defekt eines Induktors der Betrieb mit dem anderen Induktor oder den anderen Induktoren fortgeführt werden kann.

[0024] Um hier Wiederholungen bezüglich der Vorteile des erfindungsgemäßen Rinneninduktors, des erfindungsgemäßen Feuerfestbetons und des erfindungsgemäßen Systems zu vermeiden, wird auf die Beschreibung der vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens verwiesen, und es wird vollumfänglich auf diese zurückgegriffen, und umgekehrt.

[0025] Weitere, die Erfindung verbessernde Maßnahmen, werden nachstehend mit der Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt. Dabei können die in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein. Dabei ist zu beachten, dass die in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele nur beschreibenden Charakter haben und nicht dazu gedacht sind, die Erfindung in irgendeiner Form einzuschränken.

[0026] Es zeigen:

Fig. 1 in einer perspektivischen Ansicht mit Frontalansicht auf "Unten" eine schematische Skizze eines mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Rinneninduktors,

Fig. 2 in einer perspektivischen Ansicht mit Frontalansicht auf "Oben" eine schematische Skizze des Rinneninduktors aus Figur 1,

Fig. 3 eine Schnittansicht durch den in Figur 1 und Figur 2 dargestellten Rinneninduktor und

Fig. 4 in einer perspektivischen Ansicht ein erfindungsgemäßes Induktorgehäuse.

[0027] In den unterschiedlichen Figuren sind gleiche Teile stets mit denselben Bezugszeichen versehen, weshalb diese in der Regel nur einmal beschrieben werden.

[0028] Das erfindungsgemäße Verfahren sieht vor, einen Induktor 1, wie beispielsweise in den Figuren 1 bis 3 dargestellt, für einen Rinneninduktionsofen (hier nicht dargestellt) zur Erschmelzung beispielsweise einer Bauzinklegierung zuzustellen. Das zuzustellende Induktorgehäuse 2 (s. beispielsweise auch Fig. 4), oder ein bekanntes Induktorgehäuse 2 (s. Figuren 1 bis 3) mit an den Stirnwänden 8 ausgebildeten Öffnungen 90, die in den Figuren jeweils mit einem Stopfenstein 80, der als Dichtung dient, verschlossen sind, wird zunächst sauber gestrahlt und hinsichtlich aller Maße überprüft. Für den In-

duktorkern, der der Rinnengeometrie des Induktors 1 entspricht, wird ein Styropormodell (hier nicht dargestellt) mit hoher Festigkeit verwendet.

[0029] Die Zustellung (s. Fig. 1 bis 3) erfolgt vorzugsweise mittels eines dichten low-cement Feuerfestbetons auf Al_2O_3 - SiO_2 -Basis (Hauptrohstoffkomponente: Andalusit). Die Zustellmasse 4 wird mit der erforderlichen Menge an Anmachwasser (ca. 5-6 l / 100kg Trockenmischung) sowie vorteilhaft 2% an Edelstahlfasern oder einer anderen Armierung in einem speziellen Betonmischer vermischt und in das Induktorgehäuse 2 mit Styroporkern eingegossen.

[0030] Im ersten Schritt wird der Induktor 2 für ca. 12-24 h luftgetrocknet; danach wird der Styroporkern mittels Aceton entfernt. Im zweiten Schritt wird der Induktor 2 vorgesintert, indem er in einem separaten Ofen langsam auf 200°C erhitzt und 72 h bei dieser Temperatur auf einem konstanten Temperaturplateau gehalten wird. Durch diesen Schritt wird der Induktor bereits komplett durchgesintert.

[0031] Im letzten Schritt wird der Induktor 2 auf die Übernahme des flüssigen Metalls vorbereitet. Dazu wird der Induktor 2 an den Induktionsofen montiert und für ca. 15 h bei 150°C weitergesintert. Danach wird der Induktor 2 langsam auf 380 - 400°C aufgeheizt und diese Temperatur für ca. 36 h gehalten. Danach erfolgt die Aufheizung auf die Betriebstemperatur (ca. 520°C) und die Übernahme des Induktors in den Betrieb.

[0032] Der in den Figuren dargestellte Induktor 2 weist eine fluidtechnisch zusammenhängende Induktorrinne 3 auf, wobei über die Öffnungen 10 im Betriebszustand am Ofen, das heißt in der Montagestellung am Ofen, erschmolzenes Metall oder Legierungen zwischen Ofen und Induktor 1 fließt. Die Öffnungen 10 dienen daher zur fluidtechnischen Verbindung zwischen dem Ofen und dem Induktor, insbesondere der Rinne 3 die in ihrer Geometrie die in das Induktorgehäuse 2 eingesetzte Induktorspule 6 umschließt. Mit dem Bezugszeichen 50 in Figur 3 ist der magnetische Kern der Induktorspule 6, auch Joch genannt, gezeigt. Zwischen der Rinne 3 und der in das Induktorgehäuse 2 eingesetzten Induktorspule 6 ist zur Abschirmung und zur Einbettung der Induktorspule 6 gegenüber dem in der Rinne 3 verflüssigten Metall eine Barriere aus einer Zustellmasse 4 ausgebildet, die in den Figuren mit einer gepunkteten und einer in parallelen Linien ausgebildeten Musterfüllung dargestellt ist. Die Zustellmasse 4 besteht vorteilhaft aus einem feuerfesten Material 5, vorzugsweise einem Feuerfestbeton, der erfindungsgemäß mit einer Armierung versehen ist. Dadurch kann der Lebenszyklus des mit dieser Zustellmasse 4 zugestellten Induktors 1 um ein vielfaches verlängert werden. Das Induktorgehäuse 2 ist aus zwei Seitenwänden 7 mit jeweils zwei Öffnungen 70 zum Einführen der Induktorspule 6 in das Induktorgehäuse 2 und aus zwei Stirnwänden 8 mit jeweils einer Öffnung 90 (in der Figur durch einen Kreis mit unterbrochener Linie dargestellt) gebildet. Die Öffnungen 90 sind jeweils mit einem Stopfenstein 80 verschlossen. Für die Montage an dem Ofen

ist am oberen Rand des Induktorgehäuses 2 ein umlaufender Flansch 60 mit darin ausgebildeten Befestigungspunkten, vorliegend als Durchbohrungen ausgebildet, ausgestaltet, der in Deckung mit einem an dem Ofen deckungsgleich ausgebildeten Flansch gebracht wird und mittels Befestigungselementen, die durch die Befestigungspunkte geführt werden, an dem Ofen befestigt werden kann.

[0033] Figur 2 zeigt den Induktor 1 aus Figur 1 um 180° gedreht mit Ansicht von unten. Wie zu erkennen ist, ist auch in der in der Figur 1 vorab hinten liegenden Stirnwand 8 des Induktorgehäuses 2, welche nunmehr in der Figur vorne links liegt, eine Öffnung 90 (in der Figur durch einen Kreis mit unterbrochener Linie dargestellt) ausgebildet, die mit einem Stopfenstein 80 abgedichtet ist. Auch die nunmehr in der Figur 2 zum Betrachter hin liegende Seitenwand 7 ist mit zwei Öffnungen 70 zum Einführen der Induktorspule 6 in das Induktorgehäuse 2 ausgebildet.

[0034] Figur 3 zeigt zur Darstellung der Geometrie der Rinne 3 eine Schnittansicht durch den in Figur 1 und Figur 2 dargestellten Rinneninduktor 1. Die Zustellmasse 4 aus einem feuerfesten Material 5 umschließt sowohl die Öffnungen 70 zum Einführen der Induktorspule 6 in das Induktorgehäuse 2 und bildet darüber hinaus auch eine Verstärkung der Innenwand des Induktorgehäuses 2. Zwischen der Verstärkung der Innenwand und dem Umschluss um die Öffnungen 70, durch die die Induktorspule 6 in das Gehäuse 2 eingeführt ist, wobei in der Schnittansicht der magnetische Kern 50 der Induktorspule gezeigt ist, ist die Rinne 3 ausgebildet. Wie zu erkennen ist, ist die Öffnung 90 in der Stirnwand 8 ohne Funktion, da diese durch die Zustellmasse 4 nach innen in das Induktorgehäuse 2 hinein verschlossen ist. Die Rinne 3 geht am oberen Rand des Induktors 1 in die hier drei dargestellten Öffnungen 10 über, über die eine fluidtechnische Verbindung mit dem Ofen ausgebildet wird.

[0035] Figur 4 zeigt in einer perspektivischen Ansicht ein erfindungsgemäßes Induktorgehäuse 2. Im Unterschied zu den in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Induktorgehäusen 2 weist das erfindungsgemäße Induktorgehäuse 2 an den Stirnwänden 8 keine Öffnungen 90 auf, die mit einem Stopfenstein 80 verschlossen werden müssen. Diese Ausgestaltung des Induktorgehäuses 2 vermindert durch die vollflächig solide Ausgestaltung der Stirnwände 8 ohne Öffnung 90 bekannte Leckagestellen, durch die im Betriebszustand flüssiges Metall austreten könnte. Die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Induktorgehäuses ohne die bekannten und in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Öffnungen 90 wurde erst dadurch möglich gemacht, indem als Induktorkern zur Darstellung der Rinnengeometrie erfindungsgemäß ein Platzhalter aus Styropor verwendet wird, der in der getrockneten Zustellmasse 4 durch ein Lösemittel gelöst und über die Öffnungen 10 mit dem Lösemittel ausgespült wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Zustellung eines Rinneninduktors (1) mit einem Induktorgehäuse (2) und zumindest einen in dem Induktorgehäuse (2) aufgenommenen Platzhalter zur Ausbildung zumindest einer Rinne (3), wobei das Induktorgehäuse (2) mit einer Zustellmasse (4) zugestellt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Zustellmasse (4) ein feuerfestes Material (5) zugestellt wird, das mit einer Armierung versehen ist. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem feuerfesten Material (5) als Armierung Edelstahlfasern und/oder -nadeln beige- 10 mischt sind. 15
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das feuerfeste Material (5) ein Feuerfestbeton, insbesondere ein low-cement Feuerfestbeton oder ultra-low-cement Feuerfestbeton, ist. 20
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anteil an der Armierung, insbesondere an Edelstahlfasern und/oder -nadeln, in Bezug auf das Trockengewicht der Zustellmasse (4) 0,5% - 5% beträgt. 25
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Platzhalter zur Ausbildung der Rinne (3) ein Styropormodell ist. 30
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Zustellung des Induktorgehäuses (2) mit der Zustellmasse (4) der Induktor (1) mit dem Platzhalter für 12 bis 24 h luftgetrocknet wird. 35
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Ausbildung der Rinne (3) das Styropormodell unter Verwendung eines Lösemittels in der luftgetrockneten Zustellmasse (4) aufgelöst und mit dem Lösemittel aus der Zustellmasse (4) ausgespült wird. 40
8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Induktor (1) in zumindest zwei Schritten gesintert wird, wobei der Induktor (1) in einem ersten Schritt in einem separaten Aufheizofen vorgesintert wird, und in einem zweiten Schritt der Induktor (1) an einen Induktionsofen montiert wird, und der Induktor (1) in der Montagestellung an dem Induktionsofen unter Aufheizen und Halten auf unterschiedlichen Temperaturplateaus bis auf eine Betriebstemperatur aufgeheizt wird. 45
9. Rinneninduktor (1), insbesondere der nach dem Ver- 50
- fahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 hergestellt ist, mit wenigstens einer Induktorrinne (3), wobei die Induktorrinne (3) im Betriebszustand des Rinneninduktors (1) wenigstens eine in feuerfestes Material (5) eingebettete Induktorspule (6) zumindest teilweise umgibt, umfassend ein Induktorgehäuse (2) mit zumindest zwei Seitenwänden (7) mit Öffnungen (9) zum Einführen der Induktorspule (6) in das Induktorgehäuse (2) und mit zumindest zwei Stirnwänden (8), wobei bei der Zustellung zur Ausbildung der Induktorrinne (3) ein aus der Zustellmasse (4) herauspülbares Modell der Induktorrinne (3) in dem Induktorgehäuse (2) aufgenommen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stirnwände (8) des Induktorgehäuses (2) vollflächig solide ausgestaltet sind. 55
10. Feuerfestbeton zur Verwendung als Zustellmasse (4) für einen Induktor (1), **gekennzeichnet durch** eine Armierung.
11. Feuerfestbeton nach Anspruch 10, **gekennzeichnet durch** die Beimischung von Edelstahlfasern und/oder -nadeln als Armierung.
12. System, umfassend zumindest einen Induktor (1) nach Anspruch 9, insbesondere der nach dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, insbesondere unter Verwendung des erfindungsgemäßen Feuerfestbetons nach einem der Ansprüche 10 oder 11, hergestellt ist, und einen Induktionsofen, wobei der Induktor (1) fluidtechnisch mit dem Induktionsofen verbunden ist.

Fig. 1

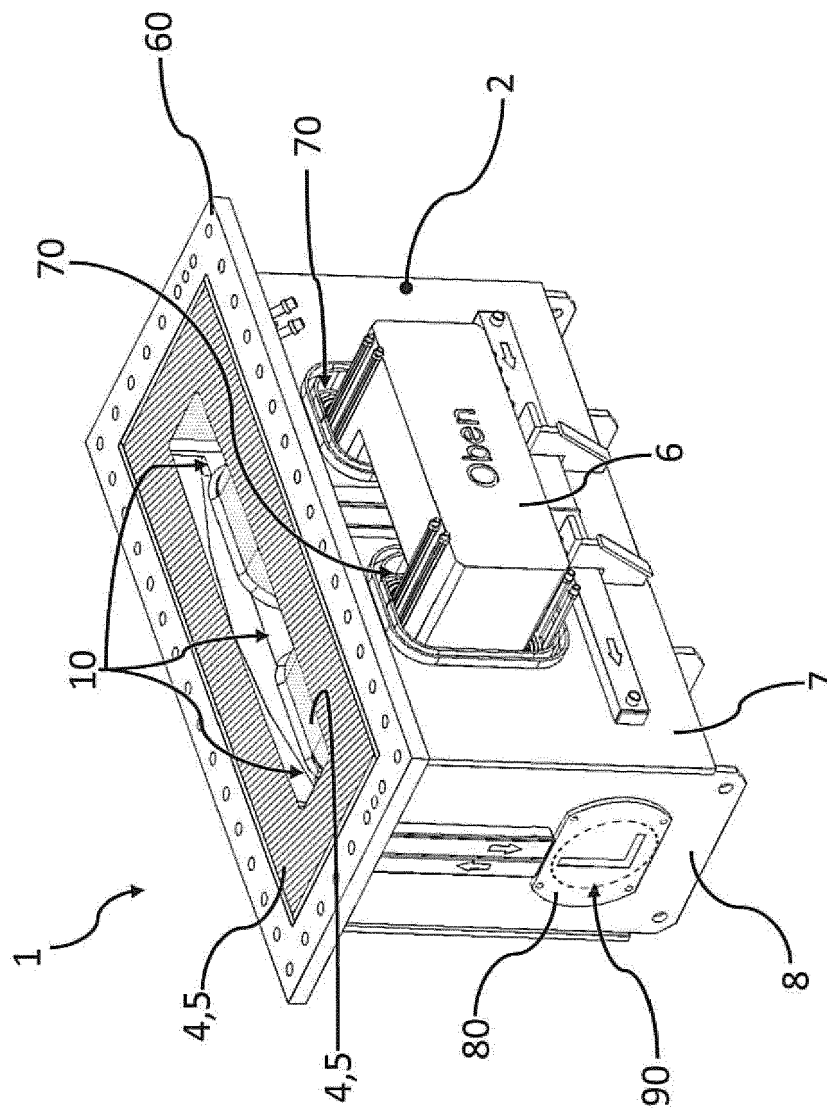


Fig. 2

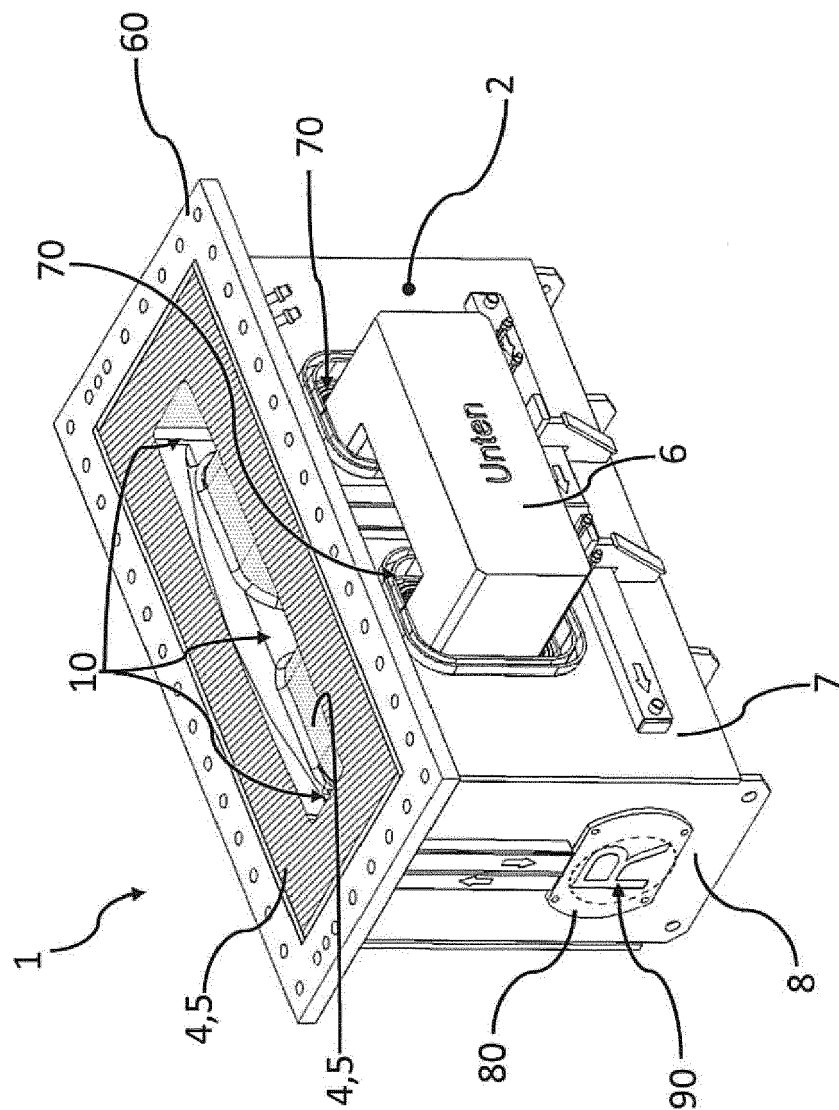


Fig. 3

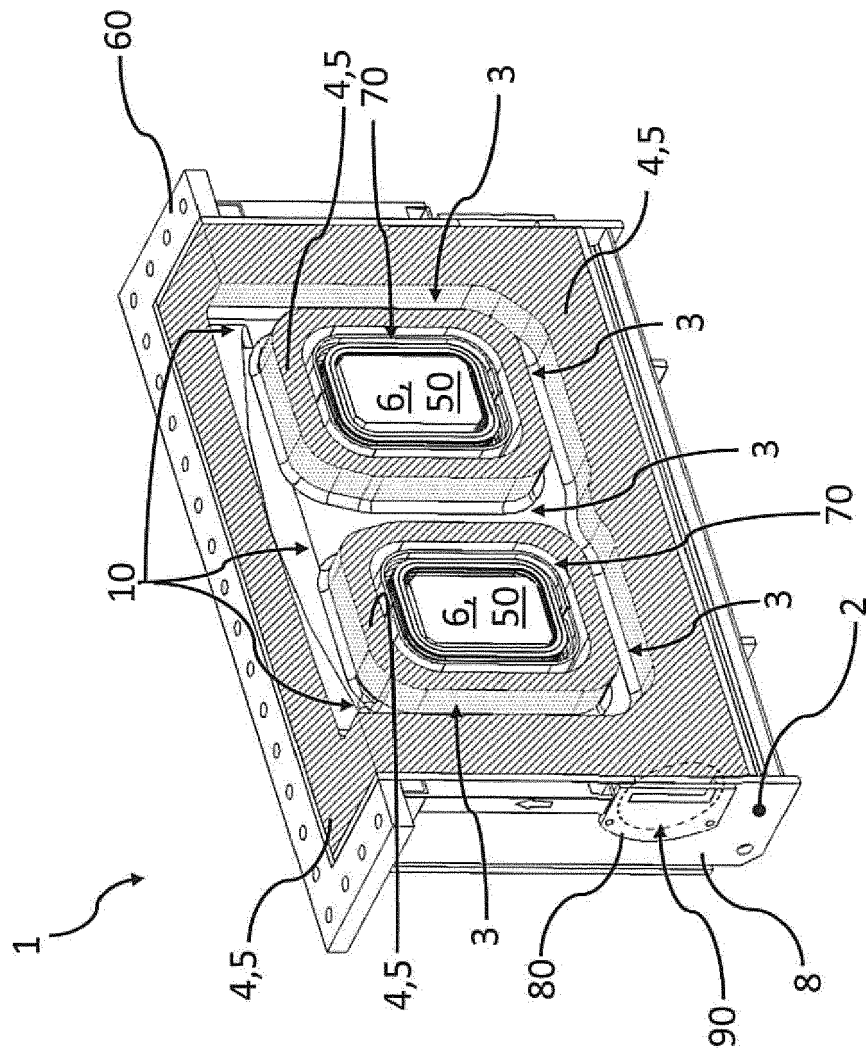
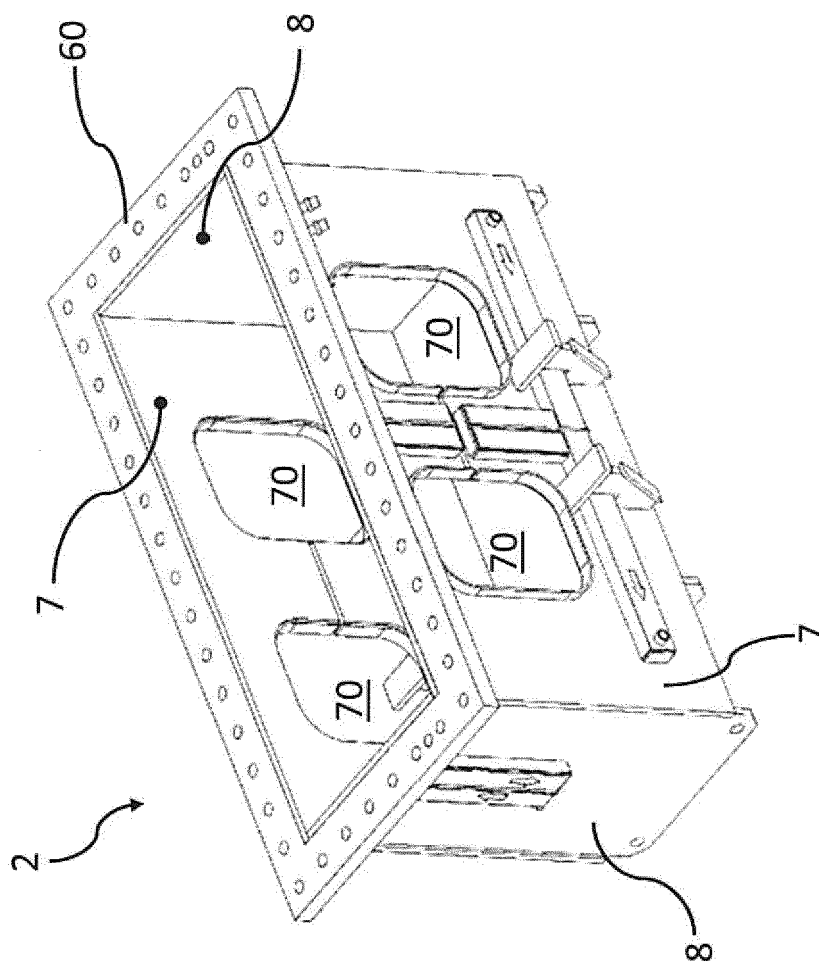


Fig. 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 17 6840

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	DE 10 2009 018530 A1 (SAINT GOBAIN INDUSTRIEKERAMIK [DE]) 4. November 2010 (2010-11-04) * Absätze [0001], [0021], [0028], [0034]; Ansprüche 1-11 *	1-4,8	INV. F27B14/06 F27D1/16 F27B14/14
X	WO 2014/134679 A1 (BLUESCOPE STEEL LTD [AU]) 12. September 2014 (2014-09-12) * Seite 4 - Seite 5; Ansprüche 1,8, 13; Abbildung 2 *	9-12	
Y	DE 29 39 294 A1 (MANSFELD KOMBINAT W PIECK VEB) 8. Mai 1980 (1980-05-08) * Anspruch 1 *	1-4,8	
Y	DD 141 947 A1 (RUMMEL MANFRED; BEHRENDT HANS HERBERT; KIPKA KURT; SCHEFFLER GERT) 28. Mai 1980 (1980-05-28) * Ansprüche 1, 3, 5, *	9,12	
A	EP 0 116 405 A1 (CO STEEL INT [CA]) 22. August 1984 (1984-08-22) * das ganze Dokument *	1	
A	US 2004/157724 A1 (DOZA DOUGLAS K [US] ET AL) 12. August 2004 (2004-08-12) * das ganze Dokument *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F27B F27D H05B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 30. August 2019	Prüfer Gavriliu, Alexandru
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 19 17 6840

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

30-08-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102009018530 A1	04-11-2010	KEINE	
WO 2014134679 A1	12-09-2014	AU 2014225295 A1	01-10-2015
		AU 2018203396 A1	31-05-2018
		CN 105143803 A	09-12-2015
		JP 2016515187 A	26-05-2016
		KR 20150126028 A	10-11-2015
		NZ 712718 A	25-05-2018
		TW 201447210 A	16-12-2014
		US 2016040934 A1	11-02-2016
		WO 2014134679 A1	12-09-2014
DE 2939294 A1	08-05-1980	DD 139451 A1	02-01-1980
		DE 2939294 A1	08-05-1980
		SU 1033828 A1	07-08-1983
DD 141947 A1	28-05-1980	KEINE	
EP 0116405 A1	22-08-1984	EP 0116405 A1	22-08-1984
		JP S59193210 A	01-11-1984
US 2004157724 A1	12-08-2004	AU 2003243580 A1	06-09-2004
		US 2004157724 A1	12-08-2004
		WO 2004071994 A1	26-08-2004

EPO FORM P0461

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