



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

① Anmeldenummer: 83104100.9

⑤ Int. Cl.³: **B 22 D 27/04**

② Anmeldetag: 27.04.83

③ Priorität: 03.05.82 DE 3216432

④ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.11.83 Patentblatt 83/45

⑤ Benannte Vertragsstaaten:
AT DE FR GB SE

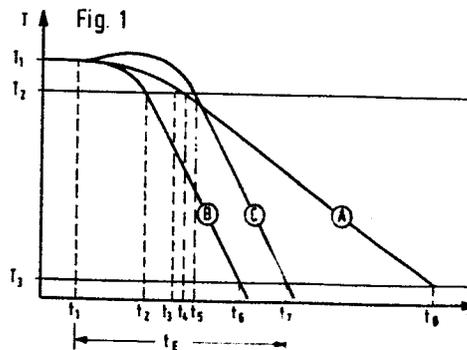
⑦1 Anmelder: VARTA Batterie Aktiengesellschaft
Am Leineufer 51
D-3000 Hannover 21(DE)

⑦2 Erfinder: Golz, Hans-Joachim, Dr.
Kniggestrasse 1
D-3000 Hannover 1(DE)

⑦4 Vertreter: Kaiser, Dieter Ralf, Dipl.-Ing.
Gundelhardtstrasse 72
D-6233 Kelkheim/Ts.(DE)

④ **Verfahren und Vorrichtung zum Gießen von Elektrodengittern für elektrische Akkumulatoren.**

① Nach einem neuen Verfahren zum Gießen von Elektrodengittern für elektrische Akkumulatoren in einer Gießform wird durch einen dem Schmelzgut während des Formfüllvorganges zusätzlich mitgeteilten Wärmeimpuls sowie durch Anwendung eines gut wärmeleitenden Formmaterials gemäß Temperaturverlaufskurve C einerseits ein vorzeitiges Erstarren der Schmelze (Erstarrungstemperatur = T_2) noch vor dem Ende der Formfüllzeit (Zeitpunkt t_3) verhindert, andererseits die Abkühlung bis zum Erreichen der Entformungstemperatur T_3 beschleunigt. Aus der kurzen Verweilzeit $t_7 - t_1$ des Bleis in der Form resultiert zugleich eine verkürzte Maschinentaktzeit. Die diskrete Impulsbeheizung des Schmelzgutes geschieht vorzugsweise mit Hilfe einer Induktionserwärmungsanlage, bei der das Wechselfeld des die Formwände eingelassenen Induktors durch Wirbelstrombildung im schmelzflüssigen Gießling Wärme erzeugt.



Verfahren und Vorrichtung zum Gießen
von Elektrodengittern für elektrische
Akkumulatoren.

- 1 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Gießen von Elektrodengittern für elektrische Akkumulatoren in einer Gießform sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.
- 5 Die Technologie des Gittergießens ist in der Vergangenheit den Erfordernissen eines zügigen Arbeitsablaufes bei der Akkumulatorenherstellung hauptsächlich durch Einführung leistungsfähiger Mehrfachgittergießmaschinen, Automatisierung der Arbeitsvorgänge oder Verfeinerung der Werkzeuge nachgekommen.
- 10 Die Verfahrensweise an sich ist im wesentlichen unverändert geblieben. Eine ausführliche Beschreibung findet man u. a. bei P.J. Moll, "Die Fabrikation von Blei-Akkumulatoren", 2. Auflage, Akademische Verlagsgesellschaft, Geest & Portig KG, Leipzig 1952, Seite 278 ff. Danach werden Akkumulatorgitter, insbesondere für Blei-Starterbatterien, in aufklappbaren Gittergießformen hergestellt, in die die flüssige Bleilegierung aus dem Schmelzkessel meist drucklos einläuft. Wegen des relativ geringen Wärmeinhalts der dünnen Startergitter sind in der Regel Formbeheizungen vorgesehen, die einen zu raschen
- 15 Wärmeabfluß verhindern. Andererseits muß auch für eine Kühlung der Gießformen gesorgt werden, wenn eine beim laufenden Betrieb entstandene Überhitzung mit dadurch bedingten längeren Abkühlzeiten bis zur Erstarrung des Bleis wieder abgebaut werden soll. Zu diesem Zweck sind die Gießformen mit Kanälen
- 20 für den Durchfluß von Kühlwasser versehen.

Besondere Sorgfalt ist bei der Oberflächenbehandlung der Gießform am Platze, da der Gießling an den Wänden nicht haften darf und sich gut entformen lassen soll. Die Aufbringung einer thermi-

1 schen Schutzschicht auf die Form-Oberfläche geschah früher durch
Pudern mit Talkum oder anderen Formpudern, wodurch man auch ein
gutes "Laufen" des Schmelzgutes erzielte. Das Pudern ist ge-
wöhnlich nach einer Arbeitsschicht (3000 bis 5000 Guß) ver-
5 braucht und muß nach Reinigung der Gießform erneuert werden.
Neben dem Puder hat sich für die Vorbehandlung der Gießform
auch eine Korkmehl-Wasserglas-Aufschlämmung bewährt, die mit-
tels Spritzpistole verstäubt wird (vgl. C. Drotschmann "Blei-
Akkumulatoren", Verlag Chemie GmbH, Weinheim/Bergstraße, 1951,
10 Seite 113 ff). Die Haltbarkeit des Korkmehl-Überzuges ist um
so besser, je dünner der Auftrag ist. Die Korkmehl-Behandlung
ist die heute vorzugsweise angewendete Methode.

Bei dem im Vorstehenden nur grob skizzierten Stand der Technik
15 konnten jedoch bestimmte Mängel der Verfahrensweise beim Gießen
bisher nicht abgestellt werden:

Auf der einen Seite bewirkt die Korkmehlschicht während des
Formfüllens einen Wärmestau, welcher verhindert, daß die
Schmelze in Anbetracht der geringen Wärmekapazität des Bleies
20 vorzeitig erstarrt, ehe die Form vollständig ausgefüllt ist;
das Korkmehl hält ferner für die verdrängte Luft eine Passage
entlang den Formwänden offen und erleichtert die Entformbar-
keit des Gießlings.

Andererseits ist aber gerade die Wärmeisolationswirkung des
25 Korkmehlauftrages nachteilig, wenn eine schnelle Erstarrungs-
zeit aus Gründen kürzerer Herstellzeiten gefordert wird.
Erstrebenswert erscheint es auch, wenn auf das immer wieder-
kehrende Reinigen der Formen (Abarbeiten der gesamten Be-
schichtung) und den anschließenden Neuaufbau der Korkmehl-
30 beschichtung, sowie das sporadisch notwendige Nachspritzen
der Beschichtung an mechanisch beschädigten Stellen verzichtet
werden kann.

Man kann dies erreichen durch Verwendung von z.B. keramischem
35 Formmaterial, das trotz einer für die Luftführung ausreichenden
Porosität im Verhältnis zur Korkmehlschicht aber eine geringere

- 1 Wärmeisolationswirkung besitzt. Dies macht es erforderlich,
entweder mit der Temperatur der Schmelze oder mit der Form-
Temperatur nennenswert höher zu gehen, um ein Ausfüllen der
Form zu gewährleisten. Eine verlängerte Taktzeit ist die
5 Folge. Will man bei kurzer Taktzeit bleiben oder diese mit
dem Ziel höherer Ausbringung sogar noch verkürzen, so ist
eine vollständige Formfüllung nicht ohne weiteres zu errei-
chen.
- 10 Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, die Taktzeit
des Gittergießens zu verkürzen, den Wärmewiderstand zu ver-
mindern und den Wärmeabfluß aus dem Schmelzgut im Sinne eines
größeren Wärmegradienten zu beschleunigen, wobei das sichere
Ausfüllen der Form gewährleistet bleiben muß. Daneben soll
15 die umständliche Formvorbehandlung durch Einsprühen entfallen
und auch die Standzeit der Form verlängert werden. Ferner soll
durch Verkürzung der Erstarrungszeit eine Verbesserung der
Gußqualität durch weitere Verfeinerung der Kristallstruktur
bei sogar verbilligter Legierung erzielt werden.
- 20 Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die
während des Einfüllvorganges aus dem Schmelzgut durch Wärme-
leitung abfließende Wärme durch einen zusätzlichen Wärmeim-
puls zumindest teilweise kompensiert wird.
- 25 Die Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Verfahrens und eine
Vorrichtung zu seiner Durchführung sollen im folgenden anhand
zweier Schaubilder erläutert werden.
- Figur 1 zeigt schematisch den Abkühlungsverlauf der Gießlinge
30 unter den gewöhnlichen und den erfindungsgemäßen Gießbedin-
gungen. Figur 2 zeigt eine Gittergießform, die mit einer er-
findungsgemäßen Heizvorrichtung ausgestattet ist.
- In Figur 1 ist der Verlauf der Temperatur T des Schmelzgutes
über der Zeit t aufgetragen. Der Einlauf der Bleischmelze in
35 die Gießform beginnt zum Zeitpunkt t_1 und sei bei t_3 beendet,

1 wobei die Einlaufstemperatur T_1 ist. Die Abkühlung setzt bereits
ein, noch ehe die Gießform vollständig ausgefüllt ist, die Ab-
kühlungsrate ist aber wegen der geringen Wärmeleitfähigkeit
der Korkmehlschicht schleppend, so daß erst nach einem längeren
5 Zeitintervall - Zeitpunkt t_4 - der Erstarrungspunkt T_2 der
Schmelze und bei t_8 schließlich die Entformungstemperatur T_3
des Gießlings erreicht werden (Kurve A). Es ergibt sich somit
eine lange Taktzeit $t_8 - t_1$, hier aus Vereinfachungsgründen so
genannt, obwohl sie genau genommen nur die Verweilzeit des Bleis
10 in der Form bzw. die Zeit, in der die Form geschlossen ist, um-
faßt. Die eigentliche Maschinentaktzeit ergibt sich durch Hin-
zuaddieren der Zeit für das Öffnen der Form, der Offenhaltezeit
und der Zeit für das Schließen der Form, die jedoch alle sehr
kurz sind. Würde man allein durch intensive Kühlung oder ander-
15 weitige günstigere Wärmeableitungsbedingungen dafür sorgen, daß
die Bleischmelze bereits bei t_2 erstarrt und die Taktzeit mit
der Entformung bei t_6 endet, liefe man Gefahr, daß die Gieß-
form nicht vollständig aufgefüllt ist oder daß, wenn T_1 und
 T_2 nur wenig voneinander differieren, innerhalb der kurzen
20 Zeitspanne $t_3 - t_1$ keine restlose Homogenisierung des Schmelz-
gutes erfolgt, weil beispielsweise durch schwankende Formwand-
temperaturen ausgelöste Frühausscheidungen vereinzelt Hohl-
stränge der Form verstopfen und es dadurch zu Fehlstellen im
Gitter kommt (Kurve B).

25

Erfindungsgemäß wird nun diese kurze, aber kritische Abkühlungs-
phase dadurch überspielt, daß man durch einen gezielten Wärme-
impuls auf das Schmelzgut den Abfluß von Verlustwärme inner-
halb der Form während des Auffüllens derselben stoppt, wobei
30 es durch Wärmestau zu einer leichten Anhebung der Temperatur
kommen kann. Sobald die Form gefüllt ist, wird die Wärmezufuhr
gestoppt, und die Kühlwirkung der in die Formhälften ein-
gebauten Kühlrohre wird jetzt voll wirksam, so daß sich eine
erfindungsgemäße Abkühlungskurve C parallel zu B einstellt.
35 Sie schneidet die Temperaturgeraden T_2 (Erstarrungstempera-
tur) und T_3 (Entformungstemperatur) bei t_5 bzw. t_7 . Die

1 Taktzeit ist damit auf das Zeitintervall $t_E = t_7 - t_1$ geschrumpft.

Durch die erfindungsgemäße Temperaturführung wird also der im
5 Takt der Gittergießmaschine arbeitenden Intervallheizung ein diskreter Heizimpuls gewissermaßen aufmoduliert, wobei die Stärke des Heizimpulses dem Wärmeleitvermögen der Gießform Rechnung tragen muß. So braucht die aus dem Schmelzgut abfließende Verlustwärme bei einer Gießform mit hoher Wärmedämmung u.U. nur teilweise kompensiert zu werden, während
10 sie bei einer gut wärmeleitenden Gießform voll kompensiert oder sogar überkompensiert werden muß. Zugleich macht die erfindungsgemäße Maßnahme aber auch eine Verkürzung der Taktzeit und damit ein rascheres Arbeiten möglich, was sich
15 auf das Produkt noch insofern günstig auswirkt, als ein Legierungsgitter mit einer sehr feinkörnigen Gefügestruktur resultiert.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt
20 darin, daß man die Gießtemperatur T_1 mit nur geringem Abstand von der Erstarrungstemperatur T_2 relativ niedrig halten kann, da die Wärmebeaufschlagung während des Füllvorganges das Schmelzgut mit genügender Sicherheit aus dem Gefahrenbereich der Erstarrung oder geringer Viskosität
25 heraushält. Der Schmelzpunkt einer Blei-Antimon-Legierung mit 5 % Sb beispielsweise liegt bei 291°C . Die Gießtemperatur kann dann bei ca. 300°C liegen. Mit der Herabsetzung der Gießtemperatur ist einestails eine Energieeinsparung möglich, andererseits wird die Anfälligkeit der Schmelze
30 gegen die Bildung eines grauen, auch als "Bleikrätze" bekannten Oxids vermindert, welches gewöhnlich beim Aufschmelzen von kompaktem Blei an der Luft auftritt.

Die erfindungsgemäße Zuführung eines zusätzlichen Wärmeimpulses
35 ist nicht nur bei herkömmlichen Gittergießvorrichtungen anwendbar, sondern sie kann ebenso der Unterstützung des

1 Gitterbandgießens im Endlosverfahren mittels einer Trommel-
gießmaschine (Drumcasting) dienen, bei dem es ebenfalls darauf
ankommt, sehr kurze Erstarrungszeiten zu erzielen. Hier hat
sich beim konventionellen Vorgehen gezeigt, daß die Erzeugung
5 voll ausgeformter Gitterbänder große Schwierigkeiten bereiten
kann und insbesondere einen nur engen Spielraum für die ver-
wendbaren Legierungen einräumt.

Gemäß Figur 2 besteht eine zur Durchführung des erfindungsge-
10 mäßigen Verfahrens geeignete Vorrichtung aus einer geteilten
Gießform, die zur Erwärmung des Schmelzgutes besonders vor-
teilhaft mit einer Induktionserwärmungsvorrichtung versehen
ist. Die Gießform wird dabei zweckmäßig von einem Formträger 1
aus Metall gebildet, der eine Einlage aus den entsprechenden
15 Formteilen 2 besitzt. Diese eigentliche Form kann aus einer
Keramik, beispielsweise gemäß der FR-PS 2.069.572 aus Silizi-
umnitrid bestehen, durch welche eine bessere Wärmeableitung
als durch Korkmehl gewährleistet ist. An der äußeren Fläche
der Formhälfte sind die Kupferwindungen eines Induktors 3
20 angebracht, dessen von ihm ausgehendes magnetisches Wechsel-
feld das Bleigitter 4 durchsetzt und in ihm durch Wirbel-
strombildung im flüssigen Gitter Wärme erzeugt. Der Induk-
tor ist an eine äußere Induktionserwärmungsanlage angeschlos-
sen. Zur Verbesserung des Wirkungsgrades des Induktors sind
25 die Kupferleiter, die hier als Flachspule (Pancake coil)
ausgebildet sind, mit das Magnetfeld führenden Stoffen wie
Dynamoblech oder Hochfrequenzeisen 5 umgeben. Der Induktor
kann auch durch mäanderförmige Leiterführung aufgebaut sein.
Die Leiter sind als Kupferrohre ausgebildet, damit sie die
30 eigenen Stromwärmeverluste, aber auch die Wärme, die vom
Bleigitter ausgeht, abführen können.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung wird vervollständigt durch
ein wirksames Kühlsystem. Dieses ist in der Schnittdarstel-
35 lung des rechten Formträgers 2 durch die Querschnittöffnungen
6 zahlreicher Kühlkanäle angedeutet. Die Wärmeabfuhr durch

1 das metallische Formträgermaterial, z.B. Gußeisen, wird durch
das Kühlsystem wirksam unterstützt, wobei es bei einer dif-
ferenzierten Erwärmung der Bleischmelze u.U. günstig sein
kann, anschließend auch feinverteilt zu kühlen, weil die
5 Wärmeleitung und die elektrische Leitung nicht nur im Schmelz-
gut selbst, sondern auch in den Werkstoffen der Gießform mit-
einander Hand in Hand gehen.

Anstelle der induktiven Erwärmung kann auch eine Widerstands-
10 beheizung das geeignete technische Mittel für die erfindungs-
gemäße Temperatursteuerung des Gießvorganges entsprechend Ab-
kühlungskurve C der Figur 1 sein.

Gemäß der Erfindung können Widerstandsheizelemente als Draht-
oder Heizrohre in die Keramik des Formkörpers eingelassen
15 werden, vorzugsweise dicht unter der Oberfläche und an Stel-
len des größten Wärmebedarfs. Durch die relativ gute Wärme-
leitung der keramischen Form wird die Wärme, die durch die
Widerstandselemente erzeugt wird, wenn diese an eine äußere
Stromquelle angeschlossen sind, schnell und wirksam an das
20 einfließende Blei abgegeben. Die so beheizte Form begünstigt
das vollständige Auffüllen mit flüssigem Blei. Sobald die
Form aufgefüllt ist, wird die Widerstandsheizung abgeschalt-
tet, und die Kühlwirkung des Kühlsystems sorgt für schnelle
Erstarrung und Abkühlung des Bleigitters.

25

Erfindungsgemäß besteht aber auch die Möglichkeit, in der
keramischen Form zwei oder mehrere Kontakte einer äußeren
elektrischen Stromquelle so anzuordnen, daß diese bei Be-
rührung mit dem in die Form einströmenden flüssigen Blei
30 einen elektrischen Stromfluß im Blei ermöglichen, so daß
durch Stromwärmebildung im Bleigitter selbst die zusätz-
liche Wärme erzeugt wird. Ist die Form voll aufgefüllt,
wird die äußere Stromquelle abgeschaltet, und die Kühl-
wirkung des Kühlsystems wird wirksam.

35

- 1 Eine dritte Alternative ist eine Flammenheizung. Hierbei wird
der Formträger von außen durch die Flammen beaufschlagt; die
Wärmeleitung ist wegen der Wanddicke des Formträgers verzö-
gert, sie kann jedoch mit einem entsprechenden zeitlichen
5 Vorhalt eingeregelt und durch andere Profilgebungen des Form-
trägers optimiert werden.

Zwischen dem Formträger und der in dieser eingepaßten Form be-
steht trotz sorgsamster Bearbeitung nur selten ein einwand-
10 freier Flächenkontakt. Im Regelfall werden als Folge einer
Dreipunkt-Auflage des keramischen Einsatzes zwischen Form und
Formträger Luftspalte erzeugt, die den erwünschten ungehinder-
ten Wärmedurchtritt empfindlich stören. Erfindungsgemäß können
die Luftspalte mit einem wärmeleitenden Medium ausgefüllt wer-
15 den. Als ein solches Medium kommt ein chemisch inertes Wärme-
leitöl, vorzugsweise ein hochsiedendes Paraffinöl, Silikonöl
oder -wachs infrage. Die Verbesserung der Wärmeleitung zwi-
schen keramischer Form und den kühlmitteldurchflossenen Lei-
tern des Induktorheizsystems kann unter Benutzung solcher
20 Wärmeleitöle ebenso verbessert werden.

VARTA Batterie Aktiengesellschaft
3000 Hannover 21, Am Leineufer 51

Patentansprüche

- 1 1. Verfahren zum Gießen von Elektrodengittern für elektrische
Akkumulatoren in einer Gießform, dadurch gekennzeichnet,
daß die während des Einfüllvorganges aus dem Schmelzgut
5 durch Wärmeleitung abfließende Wärme durch einen zusätz-
lichen Wärmeimpuls zumindest teilweise kompensiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die
Erwärmung der die Form füllenden Bleischmelze durch die Ein-
wirkung magnetischer Wechselfelder erfolgt.
- 10 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die
Erwärmung durch Widerstandsheizung erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die
15 Erwärmung durch Flammenheizung erfolgt.
5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den An-
sprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß sie aus
einer geteilten Gießform aus porösem, elektrisch schlecht
20 oder nicht leitendem Material besteht und daß ein Induktor
einer Induktionserwärmungseinrichtung vorgesehen ist,
durch dessen Wechselfeld durch Wirbelstrombildung im Blei
zusätzliche Wärme erzeugt wird.
- 25 6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den An-
sprüchen 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß in der Gieß-
form elektrische Widerstandsheizkörper oder Widerstands-
draht dicht unter der Oberfläche und an den Stellen des

- 1 größten Wärmebedarfs eingelassen sind.
7. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß in der formgebenden Oberfläche einer geteilten Gießform aus porösem, elektrisch schlecht oder
5 nichtleitendem Material, vorzugsweise Sinterkeramik, Kontakte einer äußeren Spannungsquelle angeordnet sind, die bei Berührung durch einstürzende Schmelze einen Stromkreis schließen und daß im Blei durch dessen Widerstand
10 eine Erwärmung erfolgt.
8. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Gießform mit einer Flammenbeheizung versehen ist.
- 15 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Gießform mit einer porösen, elektrisch nicht leitenden Keramikbeschichtung versehen ist.
- 20 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Gießform aus einem geteilten Formträger besteht, in den Formteile aus einem elektrisch nicht leitenden Keramikmaterial eingesetzt sind.
- 25 11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Keramikmaterial Siliziumnitrid ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß im Übergangsbereich zwischen der Keramikform und dem Formträger ein wärmeleitendes Medium vorhanden ist.
30
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das wärmeleitende Medium ein hochsiedendes Paraffinöl oder
35 -wachs ist.

- 1 14. Vorrichtung nach den Ansprüchen 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Form oder der Formträger zumindest teilweise aus Trafoblechpaketen bestehen.

- 5 15. Vorrichtung nach den Ansprüchen 9 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Form oder der Formträger zumindest teilweise aus ferromagnetisch leitenden Sintermaterial bestehen.

