

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

**0 255 613**  
**A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **87109822.4**

(22) Anmeldetag: **08.07.87**

(51) Int. Cl.: **H 01 F 41/02, H 01 F 1/08,**  
**H 01 F 1/113, B 22 F 3/22**

(30) Priorität: **04.08.86 DE 3626360**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung: **10.02.88**  
**Patentblatt 88/6**

(84) Benannte Vertragsstaaten: **FR GB IT NL**

(71) Anmelder: **Vogt electronic Aktiengesellschaft,**  
**Erlautal 7, D-8391 Erlau/Passau (DE)**

(72) Erfinder: **Vogt, Hans E., Ing., Am Sonnenhang 20,**  
**D-8391 Erlau (DE)**  
Erfinder: **Tanach, Valentin, Dipl.-Ing., Am Sonnenhang 6,**  
**D-8391 Erlau (DE)**

(74) Vertreter: **Hieke, Kurt, Stadlerstrasse 3, D-8013 Haar bei**  
**München (DE)**

(54) **Herstellungsverfahren für zwei- und mehrpolige Dauermagnete mit hoher magnetischer Energiedichte.**

(57) Es wird ein Verfahren zur Herstellung von anisotropen gesinterten Magneten durch thermoplastische Verformung beschrieben.

**EP 0 255 613 A2**

VOGT electronic AG, Erlautal 7, 8391 Erlau bei Passau

---

Mein Zeichen: V 167/EP

## Herstellungsverfahren für zwei- und mehrpolige Dauermagnete mit hoher magnetischer Energiedichte

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von anisotropen Dauermagneten verschiedenster Formen mit hoher magnetischer Energiedichte, wobei diese Magnete axial, radial oder lateral mit einer beliebigen Polpaarzahl vorzugsgerichtet werden können.

Bekannt sind die verschiedenen Verfahren zur Herstellung der anisotropen Dauermagnete. Das meist verwendete Verfahren für die Herstellung von gesinterten anisotropen Dauermagneten aus Pulvern ist das Pressen im Magnetfeld und das anschließende Sintern der gepreßten Teile. So werden Dauermagnete verschiedener Art mit Vorzugsrichtung in der Preßrichtung oder quer zur Preßrichtung hergestellt. Verfahren zum Pressen von Dauermagneten mit radialer Vorzugsrichtung aus Pulvern sind eingeschränkt für Magnete mit niedrigem Höhe/Durchmesser-Verhältnis oder weisen schwache magnetische Eigenschaften auf. Es sind auch Verfahren bekannt für das Pressen von polorientierten Ringmagneten. Diese Verfahren sind nachteilig durch die Füllungsprobleme, schwache Orientierung und Risse bei den gesinterten Teilen.

Ein anderes Verfahren zur Herstellung der gesinterten anisotropen Magnete ist das Strangziehverfahren. Durch dieses Verfahren wird eine gewisse radiale Anisotropie erzeugt, aber die resultierende Energiedichte ist nur etwas höher als bei den isotropen Magneten.

Ein bekanntes Verfahren für die Herstellung der anisotropen Dauermagnete aus Pulvern ist die Bindung der Pulver mit Kunststoff und Bearbeitung der Masse durch Pressen, Spritzen, Kalandrieren oder Extrudieren und Einprägung der Vorzugsrichtung mit mechanischen oder magnetischen Methoden.

Diese anisotropen kunststoffgebundenen Dauermagnete zeigen in der Regel bessere Eigenschaften als die isotropen Dauermagnete aus dem gleichen magnetischen Werkstoff und können auch verschiedene Vorzugsrichtungen aufweisen, axial, diametral, radial,

- 2 -

mehrpoleig am Umfang. Durch die Einbettung im Kunststoff ist aber die Energiedichte begrenzt und die hohen Werte, wie die der entsprechenden gesinterten Dauermagnete, können nie erreicht werden.

Ein Verfahren wurde vorgeschlagen für die Herstellung von Dauermagneten aus Hartferrit mit radialer Anisotropie, indem das Ferritpulver mit einem Kunststoff gemischt, dann kalandriert in Folien unter Magnetfeld, dann auf einem Dorn unter Druck und Magnetfeld gewickelt, dann der Kunststoff beseitigt und endlich gesintert wird. Die angegebenen magnetischen Werte sind gut, aber das Verfahren ist kompliziert und sehr aufwendig und ist nur für radiale Vorzugsrichtung der Magnete geeignet.

#### Zusammenfassung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein wirtschaftliches Verfahren zu entwickeln, wodurch einerseits die verschiedensten Arten von Anisotropieprägung möglich sind (axial, diametral, radial und insbesondere mehrpoleig lateral) und andererseits die hohen Energiedichten erreichen, die bei gesinterten anisotropen Magneten, z.B. mit axialer Vorzugsrichtung, üblich sind.

Das Verfahren nach der Erfindung besteht aus folgenden Stufen:

- Das dauermagnetische Pulver mit Kunststoffen (Polyamide, Polyurethane, Polypropylen, Polyethylen, Polystyrol etc.) in einem Gewichtsverhältnis Pulver/Kunststoff von 1:1 bis 20:1 mischen und granulieren.
- Das so entstandene Granulat im Magnetfeld thermoplastisch in die gewünschte Form spritzen, wobei die im Endzustand gewünschten Vorzugsrichtungen eingeprägt werden.

- 3 -

- Die gespritzten Teile werden anschließend gesintert und evtl. weiter mechanisch bearbeitet (geschliffen).
- Magnetisierung der gesinterten Magnete mit Rücksicht auf die eingeprägten Pole.

Überraschenderweise wurde festgestellt, daß die eingeprägte Orientierung durch das Sintern nicht beeinträchtigt wird, so daß die magnetischen Eigenschaften entlang den beim Spritzen vorhandenen magnetischen Wegen eine vollständige Anisotropie aufweisen. Die magnetischen Werte liegen ähnlich den anisotropen gepreßten und gesinterten Magneten mit axialer Anisotropie.

Das Verfahren kann für Dauermagnete aus Barium-oder Strontium-Ferritpulver, aus Metallegierungspulver, ebenso auch aus Selten-erdmagnetpulvern angewendet werden.

#### Beispiel

Aus Sr-Ferritpulver durch Pressen hergestellte Dauermagnete mit axialer Anisotropie zeigen folgende magnetische Eigenschaften:

$$\begin{aligned}
 \text{Remanenz } B_r &= 390 \text{ mT} \\
 \text{Koerzitivfeldstärke } B H_c &= 265 \text{ kA/m} \\
 \text{Koerzitivfeldstärke } J H_c &= 272 \text{ kA/m} \\
 \text{Max. Energiedichte } (BH)_{\max} &= 28 \text{ kJ/m}^3
 \end{aligned}$$

Aus gleichem Ferritpulver mit Kunststoff gemischt (Verhältnis 88 Gew% Ferritpulver/12 Gew% Kunststoff) und granuliert, werden Ringmagnete gespritzt mit folgenden Abmessungen (im Endzustand):  $D_a = 13 \text{ mm}$ ,  $D_i = 8 \text{ mm}$ ,  $H = 20 \text{ mm}$ , unter Magnetfeld mit Einprägung von 12 Polen am Ringumfang, gesintert und geschliffen. Die magnetischen Eigenschaften sind die gleichen wie oben.

Außerdem wird nach 12-poliger Magnetisierung am Umfang der Ringmagnete eine Induktion von ca. 200 mT gemessen.

VOGT electronic AG, Erlautal 7, 8391 Erlau bei Passau

---

Mein Zeichen: V 167/EP

- 4 -

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Herstellung anisotroper Dauermagnete mit hoher Energiedichte aus Pulver, dadurch gekennzeichnet, daß das zur Magnetherstellung eingesetzte Pulver der Reihe nach folgendem Fertigungsprozeß unterworfen wird:  
  
Mischen mit geeignetem Kunststoff unter Wärmeanwendung, Granulieren dieses Compounds, thermoplastisches Verspritzen in gewünschte Form unter Beaufschlagung mit einem oder mehreren Magnetfeldern zur Einprägung der gewünschten Vorzugsrichtung(en), Sintern, ggf. mechanisch nacharbeiten (z.B. schleifen) und entsprechend der Polprägung aufmagnetisieren.
2. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß das verwendete Magnetpulver Barium- oder Strontiumferritpulver ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß das verwendete Magnetpulver metallisches Legierungspulver (Al, Ni, Co o.ä.) ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß das verwendete Magnetpulver Seltenerd-Magnetpulver (Sa, Ne o.ä.) ist.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß das Gewichtsverhältnis Pulver zu Kunststoff 1:1 bis 20:1 beträgt.
6. Verfahren nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß die Vorzugsrichtung der so hergestellten Magnete axial, diametral, radial, lateral ein- oder mehrpolig ist.
7. Magnete jeglicher Konfiguration, die nach einem oder mehreren Ansprüchen 1 - 6 hergestellt sind.