



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 173 100 B1**

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Veröffentlichungstag der Patentschrift: **29.05.91** Int. Cl.⁵: **H01F 27/04, H01F 31/00**

Anmeldenummer: **85109620.6**

Anmeldetag: **31.07.85**

Hochleistungszündspule.

Priorität: **03.08.84 DE 3428763**

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.03.86 Patentblatt 86/10

Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
29.05.91 Patentblatt 91/22

Benannte Vertragsstaaten:
AT DE FR GB IT SE

Entgegenhaltungen:
CH-A- 342 282
DE-A- 2 057 786
DE-B- 1 273 084
FR-E- 66 586
GB-A- 618 114

PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, Band 1,
Nr. 51, 18. Mai 1977, Seite 318 M 77; & JP-
A-52 4939

Patentinhaber: **Bertos AG**

Glarus(CH)

Erfinder: **Tschuk, Robert**
Herrleinstrasse 11
W-8750 Aschaffenburg(DE)

Vertreter: **Eitle, Werner, Dipl.-Ing. et al**
Hoffmann, Eitle & Partner Patentanwälte Ara-
bellastrasse 4
W-8000 München 81(DE)

EP 0 173 100 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Hochleistungszündspule für Brennkraftmaschinen mit einem weichmagnetischen geschichteten Kern aus kornorientiertem Blech und Luftspalt und einer den Hauptkern umgebenden Primär- und Sekundärwicklung, bei der der von der Primärwicklung erzeugte Hauptfluß im Hauptkern in der Vorzugsrichtung des kornorientierten Bleches verläuft.

Eine derartige Zündspule ist aus der DE-U-79 24 989 bekannt. Dort ist ein im Hauptkern schräg angeordneter Luftspalt mit darin angebrachtem Permanentmagneten zwingend vorgesehen, während auf den Verlauf des Hauptflusses im Hauptkern nicht expressis verbis eingegangen ist. Auf die Bemessung der übrigen Teilabschnitte des magnetischen Kreises ist dort in keiner Weise eingegangen.

Aus der CH-A-342 282 ist ein aus stoßfugenfrei überlappt geschichteten U-Blechen aufgebauter Kern für magnetische Kreise, insbesondere für magnetische Verstärker, bekannt, bei dem die Höhe der quer zur magnetischen Vorzugsrichtung liegenden Joche um das Verhältnis einer Induktion längs zur Walzrichtung zu einer Induktion quer zur Walzrichtung bei derselben Feldstärke größer als die doppelte Schenkelbreite ist, um die Joche und Schenkel magnetisch gleichwertig zu machen.

Es ist bekannt, die Speicherefähigkeit von magnetischen Energiespeichern für pulsierenden Gleichstrom, insbesondere Zündspulen, dadurch zu erhöhen, daß im magnetischen Kreis das Magnetmaterial durch einen Permanentmagneten in umgekehrter Richtung wie der Hauptfluß des pulsierenden Gleichstromes vormagnetisiert und somit nicht mehr einseitig vom pulsierenden Gleichstrom beaufschlagt wird. Damit kann bei gleichem Aufwand an Aktivmaterial - magnetischer Kreis und Wicklung - entweder nahezu doppelt soviel elektrische Energie gespeichert werden, oder es kann bei gleicher gespeicherter magnetischer Energie der Aktivteil entsprechend kleiner bemessen werden. Die Feldliniendichte, d.h. die magnetische Induktion, kann bei derart bemessenen magnetisch vorgespannten Kreisen bis zu 35% gegenüber herkömmlicher Dimensionierung erhöht werden, wobei trotzdem eine Proportionalität zwischen aufgeprägtem Strom und magnetischem Fluß erreicht wird. Bei den in der Praxis zur Anwendung gelangenden magnetischen Induktionen von 1,0 ... 1,4 T derart vorgespannter magnetischer Kreise herrscht im Luftspalt des magnetischen Kreises, wo sich die magnetische Energie konzentriert, bereits eine derart hohe magnetische Feldstärke, daß die Permanentmagnete in ihrer Koerzitivfeldstärke übersteuert werden.

Um eine solche Übersteuerung zu vermeiden, wird der Luftspalt beispielsweise schräg im magne-

tischen Kreis angeordnet (DE-U- 79 24 989), oder aber der Luftspalt wird an einer oder beiden Stirnseiten des Hauptkerns, der die erregende Primärwicklung trägt, angeordnet (DE-B- 12 55 990) und/oder die Luftspaltfläche wird vergrößert. Infolge der Anordnung der Permanentmagnete an einer oder beiden Stirnseiten des die Primärwicklung tragenden Hauptkerns tritt eine unerwünschte magnetische Streuung auf, denn der Hauptfluß verläßt die im magnetischen Kreis vorgegebenen Bahnen aufgrund des geringeren magnetischen Widerstandes außerhalb der erregenden Primärwicklung. Der magnetische Hauptfluß ist somit nicht mehr vollständig mit den einzelnen Windungen der Primärwicklung verkettet, die Rückschlußschenkel des magnetischen Kreises werden nicht mehr voll ausgenutzt; der magnetische Kreis wird bei dieser Anordnung der Luftspalte örtlich übersättigt.

Die Permanentmagnete sind kostspielig und die Anordnung im magnetischen Kreis während der Fertigung erfordert große Sorgfalt. Dauermagnetwerkstoffe aus Kobalt und seltenen Erden, insbesondere Kobalt-Samarium, zeichnen sich zwar durch eine besonders große Koerzitivfeldstärke bei gleichzeitig hoher Sättigung und guter Temperaturbeständigkeit aus. Der thermischen Beanspruchung sind jedoch Grenzen gesetzt, deren Überschreitung einen Einbruch der Koerzitivfeldstärke mit sich zieht und somit die Speicherefähigkeit einer Zündspule erheblich beeinträchtigt werden kann.

Bei bekannten magnetischen Kreisen von Zündspulen kommen bei Anwendung weichmagnetischen Materials Kernbleche in E-, I-Form, U-, I-Form oder M-Form, wie sie beispielsweise in DIN 41302 genormt sind, zur Anwendung. Diese Kernbleche haben als gemeinsames Merkmal, daß die magnetische Induktion über den gesamten magnetischen Kreis praktisch gleich groß ist. Auch beim Einsatz von kornorientiertem Elektroblech (gemäß DIN 46400) werden Kernbleche für Zündspulen gemäß DIN 41302 oder in ähnlicher symmetrischer Bemessung zur Anwendung gebracht.

Kornorientiertes Elektroblech zeichnet sich gegenüber den übrigen weichmagnetischen Werkstoffen durch eine ausgeprägte magnetische Vorzugsrichtung in Walzrichtung (Längsrichtung) aus und hat in dieser Längsrichtung eine etwa zehnmal bessere Magnetisierbarkeit als herkömmliche nicht kornorientierte Elektrobleche. Quer zur Walzrichtung hat kornorientiertes Elektroblech allerdings etwa die gleichen magnetischen Eigenschaften wie nicht kornorientierte Elektrobleche.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den weichmagnetischen Kern einer Hochleistungszündspule der eingangs beschriebenen Art derart auszubilden und aufzubauen, daß bei unveränderter Primär- und Sekundärwicklung und somit unveränderter magnetischer Induktion im Hauptkern und

ohne Anordnung eines Permanentmagneten eine unverändert große magnetische Energie speicherbar ist und dementsprechend unveränderte Leistungsdaten der Zündspule erbringbar sind.

Diese Aufgabe wird mit einer Hochleistungszündspule der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Kern als Kern vom Kerntyp mit aneinanderstoßenden Kernteilen und ohne Permanentmagnet im Luftspalt geschichtet ist, und daß bei gleicher Kernschichthöhe die Höhe der quer zur Vorzugsrichtung magnetisierten Joche etwa das 1,5-fache bis 1,8-fache der Breite des in der Vorzugsrichtung magnetisierten Hauptkerns beträgt.

Eine andere Lösung der Aufgabe besteht darin, daß der Kern als Kern vom Manteltyp mit aneinanderstoßenden Kernteilen und ohne Permanentmagnet im Luftspalt geschichtet ist, und daß bei gleicher Kernschichthöhe die Höhe der quer zur Vorzugsrichtung magnetisierten Joche etwa das 0,75- bis 0,9-fache der Breite des in der Vorzugsrichtung magnetisierten Hauptkerns beträgt.

Eine weitere Lösung der Aufgabe besteht darin, daß der Kern aus EI-Blechen mit aneinanderstoßenden Kernteilen und ohne Permanentmagnet im Luftspalt geschichtet ist, und daß bei gleicher Kernschichthöhe die Höhe des quer zur Vorzugsrichtung magnetisierten Jochs etwa das 0,75- bis 0,9-fache und die Höhe des in der Vorzugsrichtung magnetisierten I-förmigen Jochs etwa das 0,5-fache der Breite des in der Vorzugsrichtung magnetisierten Hauptkerns beträgt.

Zweckmäßig sind die Jochteile des Kerns quer zur Vorzugsrichtung des kornorientierten Bleches in der magnetischen Induktion entsprechend der zugeordneten größtmöglichen Permeabilität bemessen.

Mit der erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Kerns ist es möglich, unter Beibehaltung der Windungszahl der Primär- und Sekundärwicklung sowie der Querschnittsfläche der in der Vorzugsrichtung, d.h. Walzrichtung der magnetisierten Teile des Kerns, lediglich durch geringfügig mehr Materialaufwand bei Vergrößerung der Querschnittsfläche der quer zur Vorzugsrichtung magnetisierten Teile des Kerns die gleichen Eigenschaften und Leistungsdaten der Zündspule zu erreichen, wie sie mit der Anbringung eines Permanentmagneten zur magnetischen Vorspannung erreicht werden können.

Mit geringfügig mehr Materialaufwand für den magnetischen Kreis kann also bei dem erfindungsgemäßen Aufbau ein kostspieliger Permanentmagnet eingespart und darüber hinaus die Fertigung wesentlich vereinfacht werden, da keine erhöhte Sorgfalt und Aufmerksamkeit dem richtigen Einbau und der richtigen Polarisierung des spröden Permanentmagneten gewidmet werden muß.

Außerdem können Zündspulen mit einem gemäß der Erfindung ausgebildeten und aufgebauten Kern, die praktisch das halbe Leistungsgewicht verglichen mit Stabzündspulen haben, nun ohne Permanentmagnet kurzfristig thermisch bis über 150 °C belastet werden, ohne daß die magnetischen Eigenschaften und somit die Leistungsdaten der Zündspule beeinflußt werden.

Zweckmäßig beträgt die Höhe der quer zur Vorzugsrichtung magnetisierten Joche bei Kernen vom Kerntyp das 1,7-fache bzw. bei Kernen vom Manteltyp das 0,85-fache der Breite des in der Vorzugsrichtung magnetisierten Hauptkerns.

Der Luftspalt ist zweckmäßig im Hauptkern mittig zur Primärwicklung angeordnet. Dies bringt insbesondere den Vorteil einer optimalen Abführung der entstehenden Wärme über den Hauptkern und den gesamten Kern.

Gemäß weiteren bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung besteht bei einem aus UU-Blechen geschichteten Kern der Kern aus zwei gleichen U-Teilen bzw. bei einem aus EE-Blechen geschichteten Kern aus zwei gleichen E-Teilen.

Weiter kann der Kern vorteilhaft aus UU-Blechen und einem in der Vorzugsrichtung magnetisierten I-förmigen Hauptkern aufgebaut sein, der mit vier Keilflächen durch einen Schräggärungschnitt an die UU-Bleche anschließt, wobei an wenigstens einer Stirnseite des Hauptkerns symmetrisch der Luftspalt angeordnet ist.

Schließlich können zur Verbesserung der magnetischen Eigenschaften die gestanzten Kernbleche nach dem Stanzen vorteilhaft nachgeglüht werden.

Die Erfindung ist im folgenden an Ausführungsbeispielen und anhand der Zeichnungen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen

- Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Kernaufbau für einen Kern vom Kerntyp in Seitenschnittansicht,
- Fig. 2 einen Kernaufbau wie in Fig. 1 in Stirnschnittansicht,
- Fig. 3 einen Kernaufbau wie in Fig. 1 in Querschnittsansicht,
- Fig. 4 einen erfindungsgemäßen Kernaufbau mit einem Kern vom Manteltyp in Seitenschnittansicht,
- Fig. 5 einen Kernaufbau wie in Fig. 4 in Stirnschnittansicht,
- Fig. 6 einen Kernaufbau wie in Fig. 4 in Querschnittsansicht,
- Fig. 7 eine Darstellung eines erfindungsgemäßen Kernaufbaus aus EI-Blechen,
- Fig. 8 eine Darstellung eines erfindungsgemäßen Kernaufbaus aus UU-Blechen und I-förmigem Hauptkern mit Schrägschnitt an den Stirnseiten,

Fig. 9 eine Darstellung der Gleichfeld-Kommutierungskurve (Permeabilitätskurve), und

Fig. 10 eine Darstellung der Kennlinie Hauptfluß über Erregerstrom.

In den Fig. 1 bis 3 ist ein Kernaufbau mit einem weichmagnetischen geschichteten Kern 1 vom Kerntyp, geschichtet aus UU-Bleichen gleicher Form, dargestellt. Eine Primärwicklung 2 mit der Windungszahl w_1 und eine Sekundärwicklung 3 mit der Windungszahl w_2 umgeben den Hauptkern 4. Die Kernbleche sind derartig gestanzt, daß sowohl der Hauptkern 4 als auch der Rückschlußschenkel 5 in der magnetischen Vorzugsrichtung (Walzrichtung) des kornorientierten Bleches magnetisiert werden, während Joche 6 und 7 quer zur magnetischen Vorzugsrichtung magnetisiert werden. Ein Luftspalt Δ ist im Hauptkern 4 etwa mittig zur Primärwicklung 2 angeordnet.

Das Wicklungsfenster hat eine Breite b und eine Höhe e . Die Kernschichthöhe ist d , die Breite des Hauptkerns 4 ist a , die Breite des Rückschlußschenkel 5 etwa a . Die Höhe der Joche 6 und 7 ist c . Die Walzrichtung der Bleche ist mit Pfeilen angedeutet. Mit F_{EL} ist die Querschnittsfläche des in der Vorzugsrichtung magnetisierten Hauptkerns 4, mit F_{EQ} die Querschnittsfläche der quer zur Vorzugsrichtung magnetisierten Joche 6, 7 bezeichnet.

Der Kern 1 ist derart ausgebildet und aufgebaut, daß das Verhältnis von Jochhöhe c zu Kernbreite a 1,5 bis 1,8, vorzugsweise 1,7, beträgt.

In den Fig. 4 bis 6 ist ein bevorzugter Kernaufbau vom Manteltyp mit einem Kern 8 dargestellt. Joche 9 und 10 haben hier eine Höhe $c/2$ während Rückschlußschenkel 11 und 12 eine Breite etwa $a/2$ aufweisen. Hier beträgt das Verhältnis der Höhe $c/2$ der Joche 9, 10 zur Breite a des Hauptkerns 4 0,75 bis 0,9, vorzugsweise 0,85.

Fig. 7 zeigt ein weiteres Beispiel eines erfindungsgemäßen Kernaufbaus vom Manteltyp mit einem Kern 13, der aus E- und I-Bleichen geschichtet ist. Das Verhältnis der Höhe $c/2$ des einen Jochs 10 zur Breite a des Hauptkerns 4 beträgt hier wieder 0,75 bis 0,9, vorzugsweise 0,85, während die Höhe $a/2$ des Joches 9 etwa die Hälfte der Breite a des Hauptkerns 4 beträgt. Das Joch 9 ist aus I-Bleichen geschichtet, die in Vorzugsrichtung magnetisiert sind.

Die Höhen und Breiten des in Fig. 8 dargestellten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Kernaufbaus vom Manteltyp mit Kern 14 sind die gleichen wie bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Fig. 4 bis 6.

Die Kernbleche sowohl des Kerns 6 vom Kerntyp als auch der Kerne 8, 13, 14 vom Manteltyp sind derartig gestanzt, daß in Walzrichtung der magnetischen Vorzugsrichtung des kornorientierten

Blechtes der magnetische Hauptfluß Φ_H bei Beaufschlagung durch den Strom I der Primärwicklung 2 aufgebaut wird. Vorzugsweise ist der magnetische Kreis etwa mittig der Primärwicklung 2 durch den Luftspalt Δ , dem Hauptsitz des magnetischen Feldes, unterbrochen.

Das magnetische Feld ist ein Energiespeicher. Nach der Theorie ist die gesamte im Magnetfeld einer vom Strom I durchflossene Spule vorhandene Energie

$$W = 1/2 W \cdot \Phi_H \cdot I = 1/2 L I^2.$$

In dieser Gleichung ist vorausgesetzt, daß die Induktivität L konstant und die Spulenflüsse den erregenden Strömen proportional sind, also kein Eisen vorhanden oder wenigstens das Eisen ungesättigt ist. Bei einer Spule mit Eisenkern ist der magnetische Fluß eine Funktion des Stromes selbst, so daß bei Sättigung des Eisenkernes der magnetische Fluß Φ mit dem Strom I zunimmt; die Spuleninduktivität L nimmt ab, und somit die Speicherkapazität für magnetische Energie.

Es ist bekannt, daß der Magnetisierungsbedarf kornorientierter Elektrobleche in Walzrichtung, der magnetischen Vorzugsrichtung, etwa nur 1/10 desjenigen Bedarfs beträgt, der erforderlich ist, um die Elektrobleche quer zur Walzrichtung zu magnetisieren. Kalt- und warmgewalzte, nicht kornorientierte Elektrobleche und Bänder haben etwa den gleichen Magnetisierungsbedarf wie kornorientierte Bleche quer zur Walzrichtung. In Walzrichtung kann also das kornorientierte Blech mit magnetischen Induktionen von 1,5 ... 1,7 T spezifisch belastet werden, ohne einen größeren Magnetisierungsbedarf zu benötigen als die herkömmlichen Elektrobleche.

Die Kernbleche herkömmlicher und handelsüblicher Art sind so bemessen, daß der Querschnitt des Rückflusses etwa gleich groß ist, wie der Querschnitt des Hauptflusses. Wird bei Anwendung dieser Art von Elektroblechen magnetisches Material mit ausgeprägter Vorzugsrichtung, z.B. kornorientiertes Blech mit der Vorzugsrichtung in Walzrichtung zur Anwendung gebracht, so kann zwar der den magnetischen Hauptfluß führende Teil des magnetischen Kreises entsprechend spezifisch hoch belastet werden, diejenigen Teile des Kernbleches, in denen der magnetische Fluß quer zur Walzrichtung getrieben werden muß, erfordern jedoch einen entsprechend hohen Magnetisierungsbedarf.

In Fig. 9 ist für ein handelsübliches kornorientiertes Blech gemäß DIN 40600 der Magnetisierungsbedarf H (A/cm) der spezifischen Materialbeanspruchung, der magnetischen Induktion B (T), zugeordnet. Die Kurve a) zeigt den Magnetisierungsbedarf in Walzrichtung, die Kurve b) quer zur

Walzrichtung. Der Magnetisierungsbedarf und die Sättigungseigenschaften dieses Materials sowohl in Walzrichtung als auch quer zur Walzrichtung werden durch die Kurven a) und b) der relativen Permeabilität μ_r veranschaulicht: In Walzrichtung ist die relative Permeabilität etwa zehnmal größer als in Querrichtung.

In Fig. 10 zeigt die Kurve I die bekannte Scherung bei Übersättigung des magnetischen Kreises. In bekannt gewordenen Ausgestaltungen von Zündspulen mit Kernblechen der DIN-mäßigen Bemessung rührt die Scherung der Kennlinie I etwa bei der Induktion von 1,0 ... 1,2 T einzig und allein von dem erhöhten Magnetisierungsbedarf quer zur Walzrichtung der Teilstücke des magnetischen Kreises her. Die Anbringung eines Permanentmagneten im Luftspalt des magnetischen Kreises vermeidet diesen Nachteil der Ausschertung und somit der Speicherfähigkeit der Induktivität, weil durch die Gleichstromvormagnetisierung entgegen der Flußrichtung der Zündspule der Induktionshub bekanntlich vergrößert wird und die Speicherfähigkeit direkt quadratisch mit dem beaufschlagten Strom zunimmt.

Gemäß der erfindungsgemäßen Ausgestaltung der Kernbleche für Kernmaterialien mit magnetischer Vorzugsrichtung werden diejenigen Teilstücke des magnetischen Kreises, die quer zur Walzrichtung magnetisiert werden, bis höchstens derjenigen Induktion bemessen, die etwa der maximalen relativen Permeabilität entspricht. In Fig. 9 ist an einem Bemessungsbeispiel für das Kernblech aus der relativen Permeabilitätskurve b) bei der maximalen Permeabilität (Punkt A) eine spezifische Materialbeanspruchung von etwa 1,0 T zu entnehmen. Um den magnetischen Hauptfluß Φ_H durch diese Teilstücke quer zur Walzrichtung zu treiben, sind etwa 1,8 A/cm erforderlich (Punkt B). Bei dem erfindungsgemäßen Kernaufbau ist der gesamte magnetische Kreis hinsichtlich der Magnetisierung etwa dann ausgewogen, wenn für diejenigen Teile des magnetischen Kreises, die in Walzrichtung magnetisiert werden, bis etwa der gleiche Magnetisierungsbedarf für diese Teile aufgewendet wird. In diesem Ausführungsbeispiel für die Bemessung ist dies in der Magnetisierungskurve a) für das Blech in Walzrichtung etwa der Fall, wenn die magnetischen Teilstücke in Walzrichtung mit etwa der Induktion 1,7 T (Punkt C) spezifisch beansprucht werden. In den Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 1 bis 6 sind die Teilstücke der Längs- und Quermagnetisierung etwa gleich lang.

Dies bedeutet in diesem Ausführungsbeispiel, daß, um den magnetischen Hauptfluß durch den gesamten Magnetkreis zu treiben, etwa gilt:

$$\frac{B_L}{B_Q} = \frac{F_{EQ}}{F_{EL}} = \frac{c}{a} \sim 1,7.$$

Für die bisher bekannt gewordenen Kernmaterialien mit magnetischer Vorzugsrichtung ergibt sich je nach Einsatz der Sorte für die Vergrößerung des Querschnitts in Querrichtung etwa der Faktor 1,5 ... 1,8. Versuche haben bestätigt, daß beispielsweise beim Einsatz der Sorte VM 111-35 gemäß DIN 40600 mit einer Vergrößerung des Joches bei einem EE-Blech auf das 1,7-fache des Querschnittes des Hauptflusses ein Optimum hinsichtlich der magnetischen Speicherfähigkeit erzielt worden ist.

Fig. 10 verdeutlicht darüber hinaus die Erfindung. In diesem Diagramm ist in einem Ausführungsbeispiel bei gegebener Primärwicklung mit der Windungszahl w_1 und dem Eisenquerschnitt F_{EL} der magnetische Fluß Φ in Abhängigkeit von der magnetischen Durchflutung, dem aufgeprägten Strom I dargestellt. In der Koordinate ist die Induktion B , also bezogen auf die spezifische Beanspruchung in Walzrichtung dargestellt; diese ist dem magnetischen Hauptfluß Φ_H direkt proportional. Die Kurve II gilt für ein Kernblech herkömmlicher Art, ohne Querschnittsverstärkung quer zur Walzrichtung. Zunächst steigt der Fluß Φ proportional mit dem beaufschlagten Strom I an, bis in den magnetischen Teilstücken mit der Magnetisierung quer zur Walzrichtung die Sättigung erreicht ist. Mit der weiteren Steigerung des Stromes nimmt der magnetische Fluß kaum noch zu; die Kennlinie ist stark gekrümmt. Gemäß der erfindungsgemäßen Ausgestaltung des magnetischen Kreises dagegen ergibt sich bei dem maximal zu beaufschlagenden Spulenstrom noch ein direkt proportionaler Zusammenhang, so daß die maximale magnetische Energie bei diesem Strom der Zündspule (Permanentmagnet) gespeichert werden kann.

Bei der erfindungsgemäßen Ausbildung und Aufbau des Kerns ist es möglich, unter Beibehaltung der gleichen Windungszahl und des gleichen Querschnitts F_E in Walzrichtung lediglich mit etwas mehr Materialaufwand durch Verstärkung der Fläche quer zur Walzrichtung die gleichen Eigenschaften und Leistungsdaten der Zündspule zu erreichen wie bei einer Spule mit der Anbringung eines Permanentmagneten zur magnetischen Vorspannung.

Die erfindungsgemäße Ausbildung des Kerns hat also den Vorteil, daß mit geringfügig mehr Materialaufwand des magnetischen Kreises ein kostspieliger Permanentmagnet eingespart werden kann und darüber hinaus die Fertigung wesentlich vereinfacht wird, weil keine erhöhte Sorgfalt und Aufmerksamkeit dem richtigen Einbau und der rich-

tigen Polarisierung des spröden Permanentmagneten gewidmet werden muß. Außerdem können derart bemessene Zündspulen mit praktisch halbem Leistungsgewicht gegenüber Stabzündspulen ohne Permanentmagnet auch kurzfristig thermisch bis über 150 °C belastet werden, ohne die magnetischen Eigenschaften und somit die Leistungsdaten der Zündspule negativ zu beeinflussen.

Der erfindungsgemäße Aufbau des Kerns ist nicht nur für Zündspulen, sondern auch allgemein für magnetische Energiespeicher anwendbar, beispielsweise für Schaltnetzteile, Drosseln in Gleichstromteilern der Leistungselektronik etc..

Ansprüche

1. Hochleistungszündspule für Brennkraftmaschinen mit einem weichmagnetischen geschichteten Kern (1) aus kornorientiertem Blech und Luftspalt (Δ) und einer den Hauptkern (4) umgebenden Primär- und Sekundärwicklung (2, 3), bei der der von der Primärwicklung (2) erzeugte Hauptfluß (Φ_H) im Hauptkern (4) in der Vorzugsrichtung des kornorientierten Bleches verläuft,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß der Kern als Kern (1) vom Kerntyp mit aneinanderstoßenden Kernteilen und ohne Permanentmagnet im Luftspalt (Δ) geschichtet ist, und daß bei gleicher Kernschichthöhe (d) die Höhe (c) der quer zur Vorzugsrichtung magnetisierten Joche (6, 7) etwa das 1,5- bis 1,8-fache der Breite (a) des in der Vorzugsrichtung magnetisierten Hauptkerns (4) beträgt.
2. Hochleistungszündspule für Brennkraftmaschinen mit einem weichmagnetischen geschichteten Kern (8, 14) aus kornorientiertem Blech und Luftspalt (Δ) und einer den Hauptkern (4) umgebenden Primär- und Sekundärwicklung (2, 3), bei der der von der Primärwicklung (2) erzeugte Hauptfluß (Φ_H) im Hauptkern (4) in der Vorzugsrichtung des kornorientierten Bleches verläuft,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß der Kern als Kern (8, 14) vom Manteltyp mit aneinanderstoßenden Kernteilen und ohne Permanentmagnet im Luftspalt (Δ) geschichtet ist, und daß bei gleicher Kernschichthöhe (d) die Höhe (c/2) der quer zur Vorzugsrichtung magnetisierten Joche (9, 10) etwa das 0,75- bis 0,9-fache der Breite (a) des in der Vorzugsrichtung magnetisierten Hauptkerns (4) beträgt.
3. Hochleistungszündspule für Brennkraftmaschinen mit einem weichmagnetischen geschichte-

ten Kern (13) aus kornorientiertem Blech und Luftspalt (Δ) und einer den Hauptkern (4) umgebenden Primär- und Sekundärwicklung (2, 3), bei der der von der Primärwicklung (2) erzeugte Hauptfluß (Φ_H) im Hauptkern (4) in der Vorzugsrichtung des kornorientierten Bleches verläuft,

dadurch **gekennzeichnet**,

daß der Kern (13) aus EI-Bleichen mit aneinanderstoßenden Kernteilen und ohne Permanentmagnet im Luftspalt (Δ) geschichtet ist, und daß bei gleicher Kernschichthöhe (d) die Höhe (c/2) des quer zur Vorzugsrichtung magnetisierten Jochs (10) etwa das 0,75- bis 0,9-fache und die Höhe (a/2) des in der Vorzugsrichtung magnetisierten I-förmigen Jochs (9) etwa das 0,5-fache der Breite (a) des in der Vorzugsrichtung magnetisierten Hauptkerns (4) beträgt.

4. Hochleistungszündspule nach Anspruch 1, 2 oder 3,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß die Jochteile (6, 7, 9, 10) des Kerns (1, 8, 13, 14) quer zur Vorzugsrichtung des kornorientierten Bleches in der magnetischen Induktion entsprechend der zugeordneten größtmöglichen Permeabilität bemessen sind.

5. Hochleistungszündspule nach Anspruch 1,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß die Höhe (c) der quer zur Vorzugsrichtung magnetisierten Joche (6, 7) das 1,7-fache der Breite (a) des Hauptkerns (4) beträgt.

6. Hochleistungszündspule nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß die Höhe (c/2) der quer zur Vorzugsrichtung magnetisierten Joche (9, 10) das 0,85-fache der Breite (a) des Hauptkerns (4) beträgt.

7. Hochleistungszündspule nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß der Luftspalt (Δ) im Hauptkern (4) mittig zur Primärwicklung (2) angeordnet ist.

8. Hochleistungszündspule nach Anspruch 1,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß bei einem aus UU-Bleichen geschichteten Kern (1) der Kern aus zwei gleichen U-Teilen besteht.

9. Hochleistungszündspule nach Anspruch 2,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß bei einem aus EE-Bleichen geschichteten Kern (8) der Kern aus zwei gleichen E-Teilen

besteht.

10. Hochleistungszündspule nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Kern (14) aus UU-Blechen und einem in der Vorzugsrichtung magnetisierten I-förmigen Hauptkern (4) aufgebaut ist, der mit vier Keilflächen durch einen Schräggärungsschnitt an die UU-Bleche anschließt, und daß an wenigstens einer Stirnseite des Hauptkerns (4) symmetrisch der Luftspalt (Δ) angeordnet ist.
11. Hochleistungszündspule nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Kernbleche nach dem Stanzen nachgeglüht sind.

Claims

1. High energy ignition coil for internal combustion engines with a soft magnetic laminated core (1) of grain oriented metal laminates and air gap (Δ) and a primary and secondary winding (2, 3) surrounding the main core (4), in which the main flux (Φ_H) produced by the primary winding (2) flows in the main core (4) in the preferred direction of the grain oriented metal laminate, characterised in that the core as core (1) of the core type is laminated with parts of the core abutting against each other and without a permanent magnet in the air gap (Δ), and that with same core layer height (d) the height (c) of the yokes (6, 7) magnetised transversely to the preferred direction is approximately 1,5 to 1,8 times the width (a) of the main core (4) magnetised in the preferred direction.
2. High energy ignition coil for internal combustion engines with a soft magnetic laminated core (8, 14) of grain oriented metal laminates and air gap (Δ) and a primary and secondary winding (2, 3) surrounding the main core (4), in which the main flux (Φ_H) produced by the primary winding (2) in the main core (4) flows in the preferred direction of the grain oriented metal laminate, characterised in that the core as the core (8, 14) of the shell-type is laminated with parts of the core abutting against each other and without a permanent magnet in the air gap (Δ), and that with the same core layer height (d) the height (c/2) of the yokes (9, 10) magnetised transversely to the preferred direction is approximately 0,75 to

0,9 times the width (a) of the main core (4) magnetised in the preferred direction.

3. High energy ignition coil for internal combustion engines with a soft magnetic core (13) of grain oriented metal laminates and air gap (Δ) and a primary and secondary winding (2, 3) surrounding the main core (4), in which the main flux (Φ_H) produced by the primary winding (2) flows in the main core (4) in the preferred direction of the grain oriented metal laminates, characterised in that the core (13) is laminated with EI-shaped metal laminates with parts of the core abutting against each other and without a permanent magnet in the air gap (Δ), and that with the same core layer height (d) the height (c/2) of the yoke (10) magnetised transversely to the preferred direction is approximately 0,75 to 0,9 times the width (a) of the main core (4) magnetised in the preferred direction and the height (a/2) of the I-shaped yoke (9) magnetised in the preferred direction is approximately 0,5 times the width (a) of the main core (4) magnetised in the preferred direction.
4. High energy ignition coil according to claim 1, 2 or 3, characterised in that the yoke parts (6, 7, 9, 10) of the core (1, 8, 13, 14) transversely to the preferred direction of the grain oriented metal laminates are dimensioned for magnetic induction according to the relevant greatest possible permeability.
5. High energy ignition coil according to claim 1, characterised in that the height (c) of the yokes (6, 7) magnetised transversely to the preferred direction is 1,7 times the width (a) of the main core (4).
6. High energy ignition coil according to claim 2 or 3, characterised in that the height (c/2) of the yokes (9, 10) magnetised transversely to the preferred direction is 0,85 times the width (a) of the main core (4).
7. High energy ignition coil according to claim 1 or 2, characterised in that the air gap (Δ) in the main core (4) is arranged centrally to the primary winding (2).
8. High energy ignition coil according to claim 1,

characterised

in that in a core (1) laminated with UU-shaped metal laminates the core consists of two identical U-shaped parts.

9. High energy ignition coil according to claim 2, characterised
in that in a core (8) laminated with EE-shaped metal laminates the core consists of two identical E-shaped parts.
10. High energy ignition coil according to claim 2, characterised
in that the core (14) is constructed of UU-shaped metal laminates and an I-shaped main core (4), magnetised in the preferred direction, which through four wedge surfaces forms mitred joints with the UU-shaped metal laminates, and that the air gap (Δ) is symmetrically arranged on at least one of the end faces of the main core (4).
11. High energy ignition coil according to one of the preceding claims, characterised
in that the core laminates are annealed after stamping.

Revendications

1. Bobine d'allumage de forte puissance pour moteurs à combustion interne ayant un noyau magnétique doux (1) feuilleté à partir de tôle à grains orientés, un entrefer (Δ), un enroulement primaire et un enroulement secondaire (2,3) entourant le noyau principal (4), dans lequel le flux principal (ϕ_H) engendré par l'enroulement primaire (2) dans le noyau principal (4) est dirigé dans le sens privilégié de la tôle à grains orientés, caractérisée en ce que le noyau est feuilleté, en tant que noyau (1) du type noyau proprement dit, par des pièces de noyau en butée les unes contre les autres et sans aimant permanent dans l'entrefer (Δ), et en ce que, pour une même hauteur des couches du noyau (d), la hauteur (c) des culasses (6, 7) magnétisées en sens transversal au sens privilégié est environ 1,5 à 1,8 fois la largeur (a) du noyau principal (4) magnétisé dans le sens privilégié.
2. Bobine d'allumage à forte puissance pour moteurs à combustion interne ayant un noyau magnétique doux (8,14) feuilleté à partir de tôle à grains orientés, un entrefer (Δ), un enroulement primaire et un enroulement secondaire (2, 3) entourant le noyau principal (4),

dans lequel le flux principal (ϕ_H) engendré par l'enroulement primaire (2) dans le noyau principal (4) est dirigé dans le sens privilégié de la tôle à grains orientés, caractérisée en ce que le noyau est feuilleté, en tant que noyau (8, 14) du type cuirassé, par des pièces de noyau en butée les unes contre les autres et sans aimant permanent dans l'entrefer (Δ), et en ce que, pour une même hauteur des couches du noyau (d), la hauteur (c/2) des culasses (9, 10) magnétisées en sens transversal au sens privilégié est environ 0,75 à 0,9 fois la largeur (a) du noyau principal (4) magnétisé dans le sens privilégié.

3. Bobine d'allumage de forte puissance pour moteurs à combustion interne ayant un noyau magnétique doux (13) feuilleté à partir de tôle à grains orientés, un entre-fer(Δ), un enroulement primaire et un enroulement secondaire (2,3) entourant le noyau principal (4), dans lequel le flux principal (ϕ_H) engendré par l'enroulement primaire (2) dans le noyau principal (4) est dirigé dans le sens privilégié de la tôle à grains orientés, caractérisée en ce que le noyau (13) est feuilleté par des pièces de noyau en tôle en EI en butée les unes contre les autres sans aimant permanent dans l'entrefer (Δ), et en ce que, pour une même hauteur des couches de noyau (d), la hauteur (c/2) de la culasse (10) magnétisée en sens transversal au sens privilégié, est environ 0,75 à 0,9 fois, et la hauteur (a/2) de la culasse (9) en I magnétisée dans le sens privilégié environ 0,5 fois la largeur (a) du noyau principal (4) magnétisé dans le sens privilégié.
4. Bobine d'allumage de forte puissance selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisée en ce que les parties de culasse (6, 7, 9, 10) du noyau (1, 8, 13, 14) sont dimensionnées, transversalement au sens privilégié de la tôle à grains orientés, pour ce qui est de l'induction magnétique, en correspondance avec la perméabilité la plus grande possible.
5. Bobine d'allumage de forte puissance selon la revendication 1 caractérisée en ce que la hauteur (c) des culasses (6,7) magnétisées en sens transversal au sens privilégié est 1,7 fois la largeur (a) du noyau principal (4).
6. Bobine d'allumage de forte puissance selon la revendication 2 ou 3, caractérisée en ce que la hauteur (c/2) des culasses (9, 10) magnétisées en sens transversal au sens privilégié est 0,85 fois la largeur (a) du noyau principal (4).

7. Bobine d'allumage de forte puissance selon la revendication 1 ou 2 caractérisée en ce que l'entrefer (Δ) dans le noyau principal (4) est disposé centralement par rapport à l'enroulement primaire (2). 5
8. Bobine d'allumage de forte puissance selon la revendication 1, caractérisée en ce que, dans le cas d'un noyau (1) feuilleté à partir de tôles en UU, le noyau comprend deux parties en U identiques. 10
9. Bobine d'allumage de forte puissance selon la revendication 2 caractérisée en ce que, dans le cas d'un noyau (8) feuilleté à partir de tôles en EE, le noyau comprend deux parties en E identiques. 15
10. Bobine d'allumage de forte puissance selon la revendication 2 caractérisée en ce que le noyau (14) est réalisé à partir de tôles en UU et d'un noyau principal (4) en I magnétisé dans le sens privilégié, qui se raccorde aux tôles en UU avec quatre faces en coin par suite d'une coupe en oblique, et en ce que, au moins sur un côté frontal du noyau principal (4), l'entrefer (Δ) est disposé symétriquement. 20 25
11. Bobine d'allumage de forte puissance selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les tôles de noyau sont recuites après le découpage. 30

35

40

45

50

55

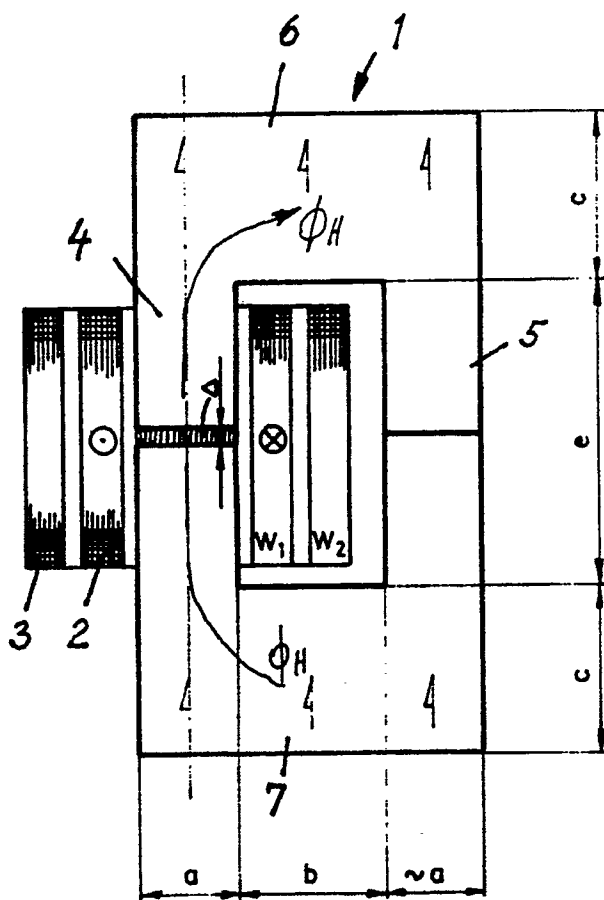


Fig. 1

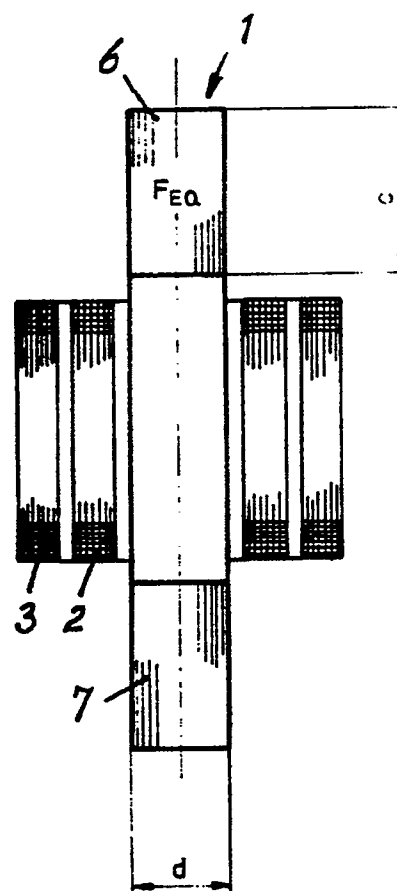


Fig.2

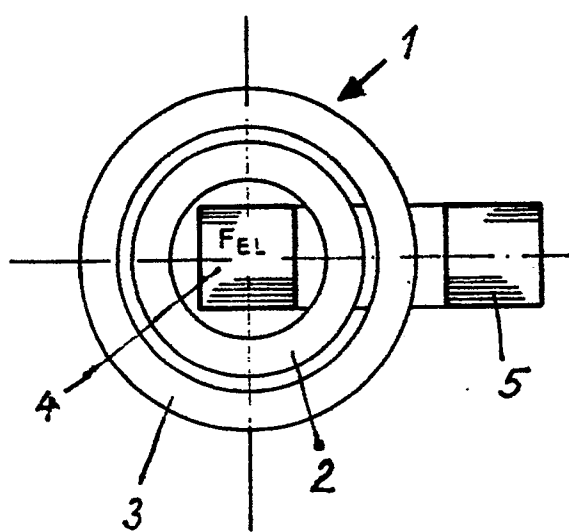


Fig. 3

4 Walzrichtung

$$\frac{B_L}{B_Q} = \frac{F_{EQ}}{F_{EL}} = \frac{c}{a} = 1,5 \dots 1,8$$

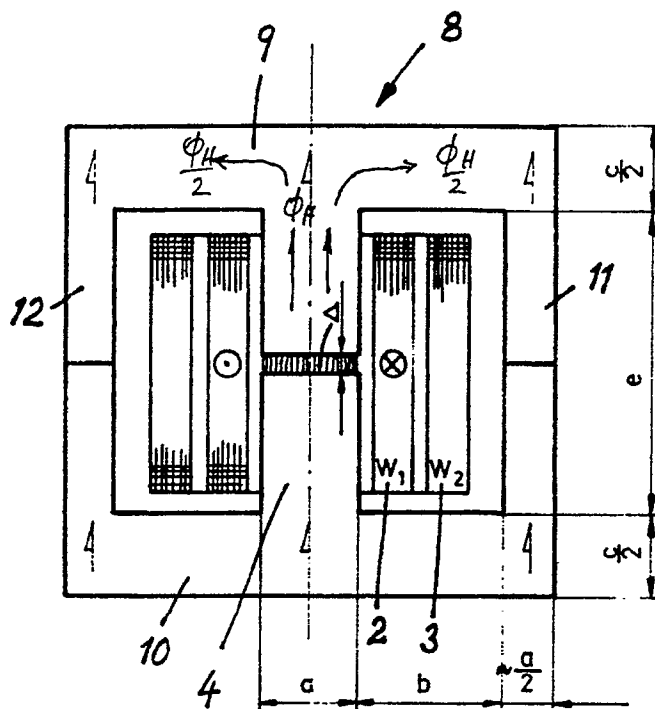


Fig. 4

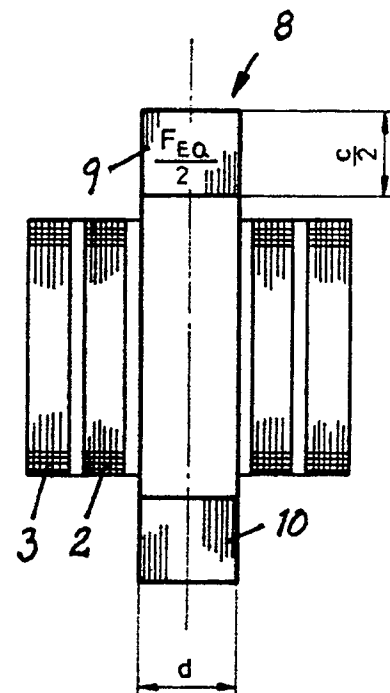


Fig. 5

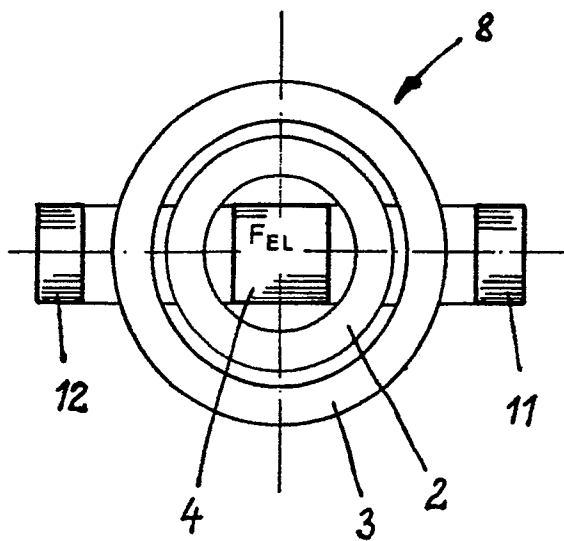


Fig. 6

4 Walzrichtung

$$\frac{B_L}{B_Q} = \frac{F_{EQ}}{F_{EL}} = \frac{c}{a} = 1,5 \dots 1,8$$

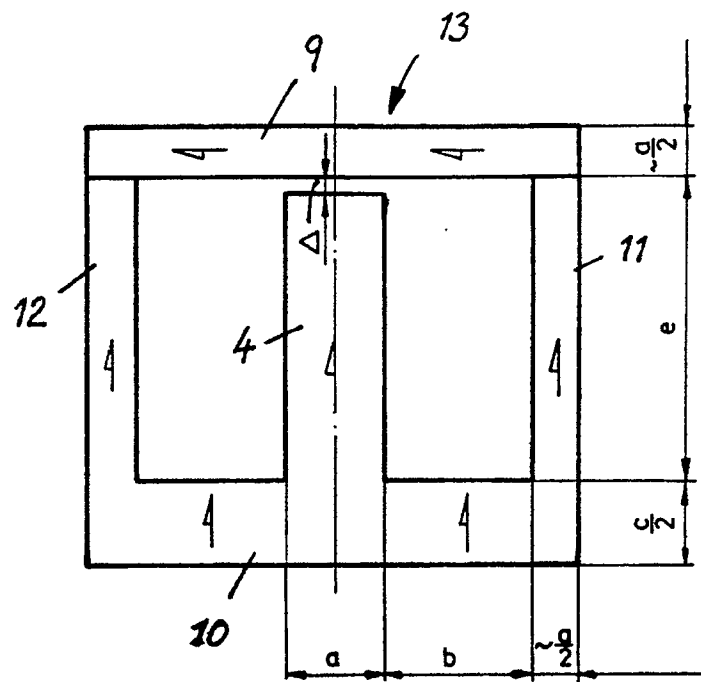


Fig. 7

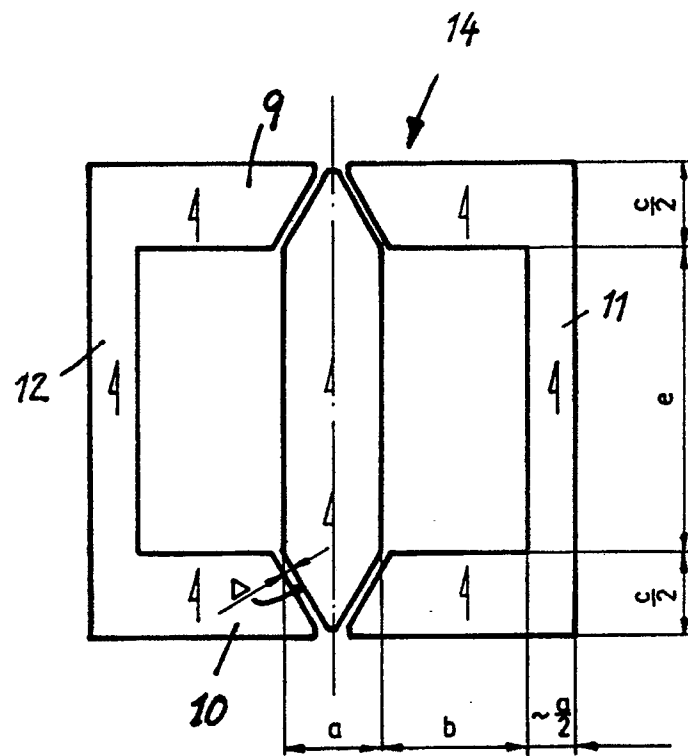


Fig. 8

Gleichfeld - Kommutierungskurven

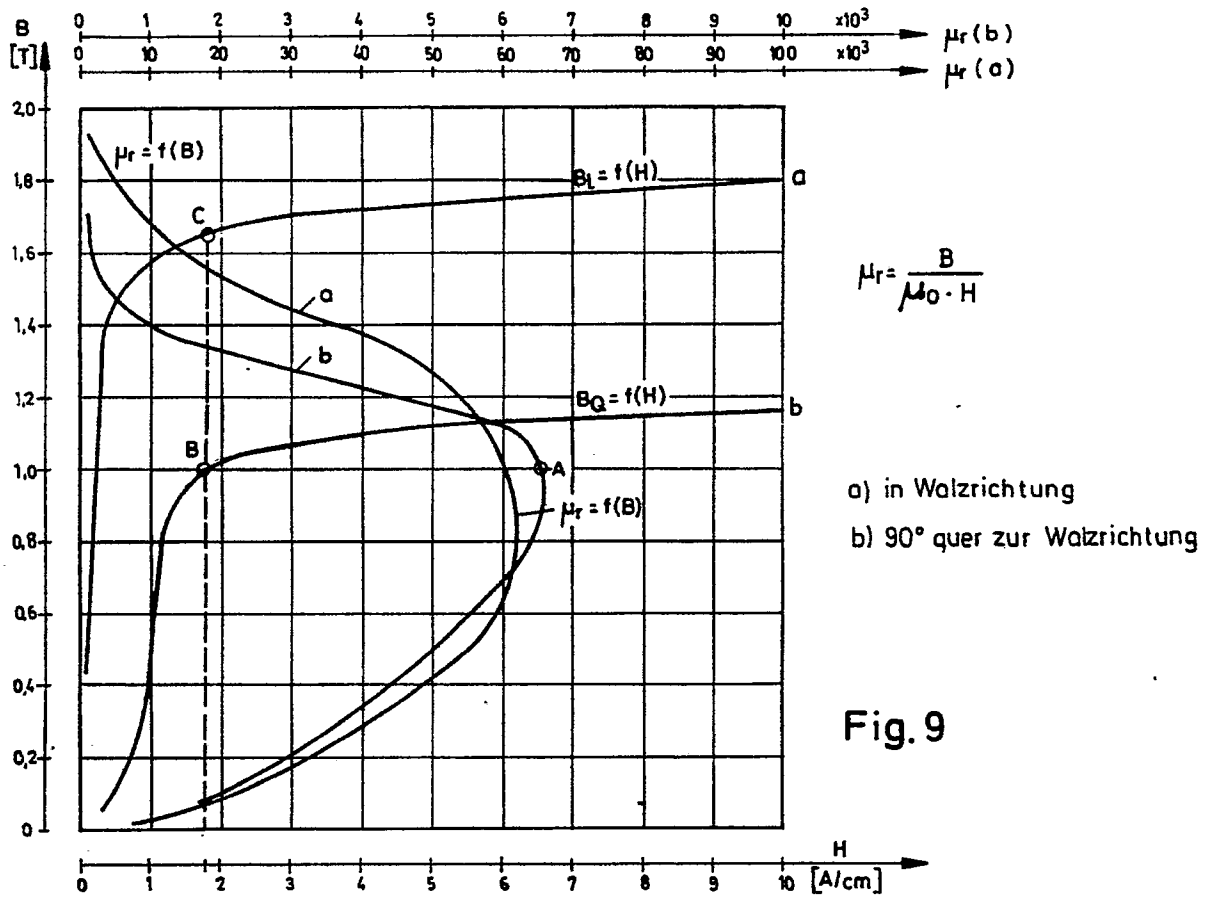


Fig. 9

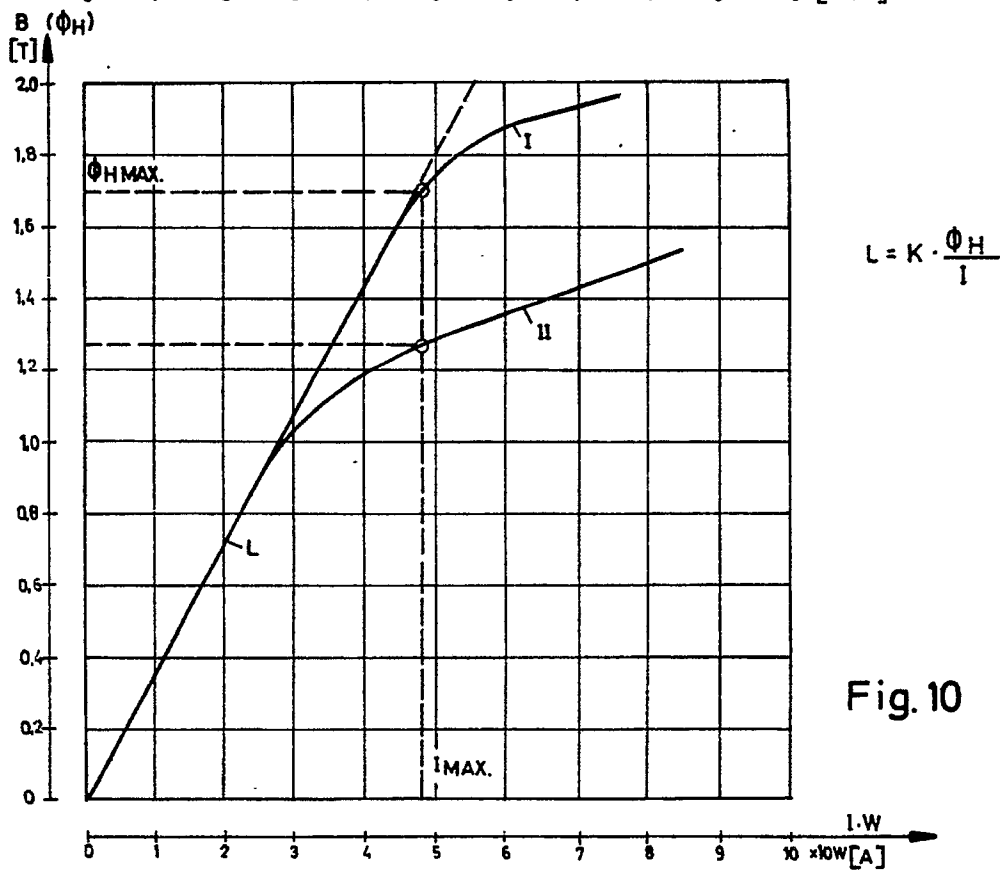


Fig. 10