



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 974 985 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**26.01.2000 Patentblatt 2000/04**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **H01F 38/12**

(21) Anmeldenummer: **99113017.0**

(22) Anmeldetag: **06.07.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Erfinder: **Artmann, Reinhard  
82223 Eichenau (DE)**

(74) Vertreter:  
**Wesel-Mair, Julia (DE) et al  
Bayerische Motoren Werke AG  
Patentabteilung AJ-3  
D-80788 München (DE)**

(30) Priorität: **23.07.1998 DE 19833190**

(71) Anmelder:  
**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft  
80788 München (DE)**

(54) **Zündspule**

(57) Die Erfindung betrifft eine Zündspule mit einer Primärspule, einer Sekundärspule und einem Kern, auf dem die Primär- und Sekundärspule angeordnet sind.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Zündspule anzugeben, mit welcher eine optimalere Verbrennung erzielt werden kann.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Primär- und die Sekundärwicklung derart ausgebildet sind, um einen überwiegenden Teil der in der Zündspule gespeicherten Energie innerhalb eines Zeitraums von 20 - 100 µsec während der Durchbruch- und Funkenentladungsphase abzugeben.

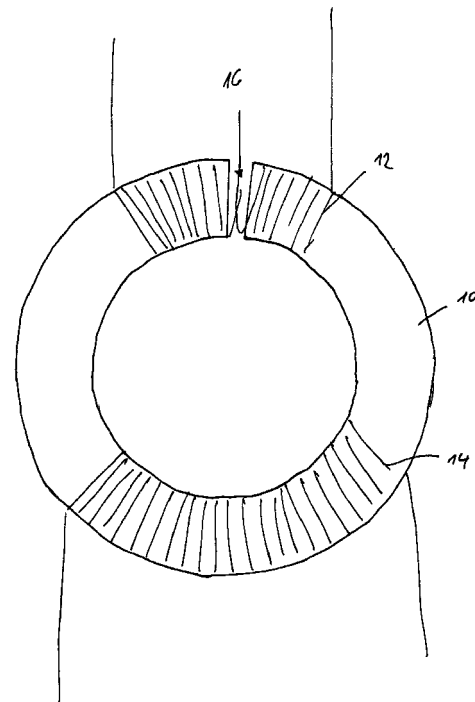


Fig. 1

**EP 0 974 985 A1**

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Zündspule gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Eine Zündspule hat allgemein die Aufgabe, die von einer Batterie bereitgestellte Spannung zu transformieren. Dabei wird die Zündenergie kurzzeitig gespeichert und dann über die Zündleitungen in Form eines Hochspannungs-Stromstoßes an die Zündkerzen abgegeben.

[0003] Eine herkömmliche Zündspule umfaßt einen Kern aus laminiertem Eisenblech, auf dem sich eine Hochspannungswicklung aus dünnem und darüber eine Primärwicklung aus dickerem Kupferdraht befindet.

[0004] Ferner sind Hochleistungszündspulen bekannt, die für hohe Zündspannungen und eine hohe Funkenzahl ausgelegt sind. Um eine höhere Funkenzahl je Minute bei hoher Zündspannung zu erreichen, ist es notwendig, daß der Primärstrom größer wird und außerdem schneller ansteigt. Dies kann man durch eine Verringerung des Widerstandes der Primärwicklung sowie eine Verringerung der Induktivität durch Verkleinerung der Windungszahl der Primärwicklung erreichen.

[0005] Bei den meisten Zündspulen wurde versucht, diese, insbesondere die Sekundärseite, so auszubilden, daß eine hohe Zündspannung erreicht wird.

[0006] So ist aus der WO 97/41574 eine Zündspule bekannt, deren Sekundärwicklung Unterwicklungen besitzt, welche von einer Primärspule gleichzeitig erregt werden. Die Spannungen der einzelnen Spulen addieren sich zu einer Gesamtspannung, welche jeweils einer Zündeinheit zugeführt wird. Mit dieser Maßnahme läßt sich eine hohe Spannung innerhalb eines sehr kurzen Zeitraums nach der Zündung erzeugen.

[0007] Bisher ist man davon ausgegangen, daß bei der Zündung des Gasgemisches Vorgänge im Millisekundenbereich für die sichere Entflammung eine große Bedeutung besitzen. Dabei wird der größte Teil der Energie während der sogenannten Glimmphase bei relativ kleiner Stromstärke (z.B. 100 mA) und über relativ lange Zeit an das Gemisch übertragen. Die Temperatur während der Glimmphase ist bedingt durch den relativ geringen Strom niedrig.

[0008] Untersuchungen des Erfinders haben jedoch gezeigt, daß gerade die Vorgänge im Mikrosekundenbereich für eine sichere Entflammung und die Entwicklung eines stabilen Flammenkerns ausschlaggebend sind, obwohl prinzipiell die Chance auf eine Entflammung der einzelnen Gasmoleküle sinkt. Die Untersuchungen haben weiter ergeben, daß in der Durchbruchs- und Funkenentladungsphase möglichst viel Energie auf das die Zündeinrichtung umgebende Gas übertragen werden soll. Dies bedeutet hohe Stromwerte. Durch die Übertragung eines Großteils der in der Zündspule gespeicherten Energie in der Durchbruchs- und Funken- bzw. Bogenentladungsphase lassen sich allgemein höhere Temperaturen und dadurch

eine größere Anzahl von Start-Radikalen für die chemische Reaktion erzielen. Die damit verbesserte Entflammungsphase übt eine positive Wirkung auf eine Beschleunigung der Verbrennung aus. Eine solche Wirkung kann durch die niedrigeren Temperaturen in der Glimmphase nicht erreicht werden.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Zündspule der eingangs genannten Art anzugeben, mit welcher eine bessere Verbrennung erreicht werden kann.

[0010] Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst.

[0011] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß die in der Zündspule gespeicherte Energie möglichst schnell an das zu verbrennende Gas bzw. die Zündeinrichtung zu übertragen ist. Bei gegebener Spannung bzw. Energie muß hinsichtlich eines maximalen Stromes somit auf eine entsprechend konstruktive Ausgestaltung der Primär- und der Sekundärspule geachtet werden. Insbesondere sollte der den Strom begrenzende Innenwiderstand möglichst klein sein. Ausschlaggebend für den Widerstand bei einer Spule ist die Gesamtimpedanz, die sich aus dem ohmschen Widerstand und der Induktivität zusammensetzt. Die Gesamtimpedanz der Sekundärspule sollte erfindungsgemäß möglichst niedrig liegen, vorzugsweise unterhalb von 220 Ohm.

[0012] Da in die Gesamtimpedanz wesentlich die Induktivität miteingeht, kann alternativ die Induktivität möglichst niedrig angesetzt werden, nämlich kleiner 100 mH, insbesondere kleiner 40 mH.

[0013] Alternativ verändern sich die beiden vorgenannten Größen dann, wenn die Windungszahl auf der Sekundärspulenseite niedrig angesetzt wird, nämlich kleiner als 500 Windungen. Obwohl jedes einzelne Merkmal für sich bereits die Sekundärspule charakterisiert, kann diese natürlich auch durch eine Kombination aller drei Kenndaten festgelegt werden.

[0014] Da auch die in der Primärspule gespeicherte Energie wichtig ist und die physikalischen Formeln

$$U = N \cdot \frac{d\Phi}{dt}$$

und

$$U = L \cdot \frac{di}{dt},$$

wobei N die Windungszahl, U die induzierte Spannung,  $\Phi$  den magnetischen Fluß durch beide Spulen, L die Induktivität und i den Strom in der Primärspule beschreibt, berücksichtigt werden müssen, sollte die Primärwicklung so gewählt werden, daß deren Impedanz bei 1000 Hz kleiner 2 Ohm und/oder deren Induktivität kleiner als 200  $\mu$ H und/oder deren Windungszahl

kleiner 50 ist. Prinzipiell sollten  $\frac{d\Phi}{dt}$  und  $\frac{di}{dt}$  beide möglichst groß sein.

**[0015]** Ferner hat sich eine ringförmige oder ovale Ausbildung des Zündspulenkerns als vorteilhaft herausgestellt, wobei die Primär- und Sekundärspule winkelversetzt am Ring angeordnet sind. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist der Ring oder die ovale Ausführungsform des Ringes durch einen Luftspalt unterbrochen, der sich im Bereich der Primärspule befindet. Durch die Verwendung des Luftspaltes kann in der Primärspule in kürzerer Ladezeit wesentlich mehr Energie gespeichert werden, als wenn die Primärspule an einer Position außerhalb des Luftspaltbereiches angeordnet wäre. Die Induktivität der Spule über dem Luftspalt ist wesentlich geringer als die Induktivität einer Spule mit den selben Windungsdaten außerhalb des Luftspaltbereiches. Die Spule sollte daher relativ kurz gewickelt sein. Für die Sekundärspule ist die Lage außerhalb des Luftspaltes günstiger, weil dann mit einem geringeren Aufwand an Wicklungen die zur Erreichung der Zündspannung notwendige Induktivität realisiert werden kann.

**[0016]** Aus Wirbelstromverlustgründen sollte der Kern vorzugsweise geblecht sein. Als Material für den Kern kann dabei ein nano-kristallines magnetisches Material, beispielsweise nano-kristallines Eisen oder entsprechende Eisenverbindungen, gewählt werden.

**[0017]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels und der Figuren näher erläutert. Es zeigen die Zeichnungen in

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Zündspule mit Ringkern, Primärspule, Sekundärspule,

Fig. 2 den Zündablauf mit einer herkömmlichen Zündspule und

Fig. 3 ein Diagramm mit einem Zündablauf der erfindungsgemäßen Zündspule.

**[0018]** Eine erfindungsgemäße Zündspule umfaßt gemäß Fig. 1 einen ringförmigen, geblechten Eisenkern 10, auf dem eine Primärwicklung 12 und eine Sekundärwicklung 14, jeweils segmentförmig um den Kern angeordnet sind. Im Bereich der Primärwicklung 12 ist der Eisenkern 10 von einem Luftspalt 16 unterbrochen, in dem sich die Energie der Zündspule vor dem Zündvorgang unter anderem speichern läßt.

**[0019]** Die Sekundärspule 14 besitzt vorliegend 300 Windungen und weist eine Induktivität von 32 mH (Millihenry) auf.

**[0020]** Die Primärspule 12 besitzt eine Windungszahl von 30 und weist eine Induktivität von 140  $\mu$ H auf.

**[0021]** Da trotz der relativ geringen Wicklungszahl auf der Sekundärseite der Zündspule eine hohe Zündspannung erreicht werden muß, ist die Windungsspannung relativ groß. Daher kann kein einfacher, durch Lack iso-

lierter Kupferdraht für die Zündspule verwendet werden. Vielmehr wird vorliegend ein gegen diese hohe Spannung besonders isolierter Kupferdraht verwendet.

**[0022]** Die Enden der Primärspule 12 sind in an sich bekannter Weise mit einer Transistorzündanlage (nicht dargestellt) verbunden. Diese sollte wegen eines zu vermeidenden zusätzlichen ohmschen Widerstandes und zur Vermeidung von elektromagnetischer Störabstrahlung möglichst nahe an der Zündspule angeordnet werden. Besonders Vorteilhaft ist die Verwendung einer Hybridzündanlage, deren Transistor nicht ummantelt ist. Die Verwendung eines ungehäuteten Transistors und die Aufbringung des Siliziums direkt auf ein Keramikträgersubstrat begünstigt den Wärmeabfluß aus dem Transistor direkt in die Keramik, welche eine sehr hohe Wärmeleitfähigkeit besitzt. Ferner kann die Schaltgeschwindigkeit des Transistors erhöht werden, wenn zusätzliche Streuinduktivitäten vermieden werden.

**[0023]** Beim Betrieb der Zündspule wird ein Transistor mit einer hohen Emitter-Kollektor-Spannung, vorliegend etwa 1200 V (Volt), verwendet. Der maximale Schaltstrom liegt im vorliegenden Fall bei etwa 25 A. Durch die konstruktive Ausgestaltung der Spulen 12, 14 läßt sich bereits in der Durchbruch- und Funkenentladungsphase eine hohe Energierate in das zu zündende Gas umsetzen.

**[0024]** Der Unterschied zu herkömmlichen Systemen ist aus den Fig. 2 und 3 zu erkennen. In beiden Diagrammen wird der in der Sekundärwicklung fließende Zündstrom über die Zeit aufgezeichnet.

**[0025]** In Fig. 3 ist der Strom bei einer herkömmlichen Hochleistungszündspule aufgezeichnet. Dabei entspricht jede Einheit 50  $\mu$ s. Insgesamt fließt ein Strom über etwa 300  $\mu$ s, was zu einer lang anhaltenden Glimm- oder Glühphase führt. Der Spitzenstrom liegt bei etwa 200mA.

**[0026]** In Fig. 2 entspricht eine Einheit auf der Zeitskala dagegen 20  $\mu$ s. Insgesamt fließt bei der erfindungsgemäßen Zündspule daher ein Strom über etwa 50  $\mu$ s, und zwar mit einem Spitzenwert von etwa 1,2 A.

**[0027]** Durch diese verbesserte Energieübertragung während der Durchbruchphase und in der ersten Phase der Funken- oder Bogenentladung (20 bis 100  $\mu$ sek.) wird ein hoher Anteil an Ladungsträgern erzeugt, was zu einer starken Hitzeentwicklung unter weiterer Zunahme der Stoßionisation führt und sich positiv auf die Flammenkernentwicklung auswirkt.

**[0028]** Mit den bisher entwickelten bekannten Zündspulen kann dieser Effekt nicht erreicht werden. Durch die Erfindung kann insgesamt eine verbesserte Verbrennung und damit eine Leistungserhöhung, eine Brennstoffreduzierung und eine Schadstoffverringering erreicht werden.

**[0029]** Dazu trägt auch der Umstand bei, daß durch ein schnelleres Anbrennen des Gemisches eine optimierte Zündzeitpunktstellung bezüglich des Zündzeitpunktes möglich ist. Im vorliegenden Fall konnte der Zündzeit-

punkt um 3° Kurbelwinkel in Richtung spät verbessert werden.

### Patentansprüche

- 5
1. Zündspule mit einer Primärspule, einer Sekundärspule und einem Kern, auf dem die Primär- und Sekundärspule angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Primär- und die Sekundärwicklung derart ausgebildet sind, um einen überwiegenden Teil der in der Zündspule gespeicherten Energie innerhalb eines Zeitraums von 20 - 100  $\mu$ sec während der Durchbruchs- und der Funkenentladungsphase abzugeben. 10 15
  2. Zündspule nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Impedanz der Sekundärspule bei 1000 Hz kleiner als 220 Ohm und/oder die Induktivität der Sekundärspule kleiner als 100 mH und/oder die Windungszahl der Sekundärspule kleiner als 500 ist. 20
  3. Zündspule nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Impedanz der Primärwicklung bei 1000 Hz kleiner als 2 Ohm und/oder die Induktivität der Primärspule kleiner als 200  $\mu$ H und/oder die Windungszahl der Primärspule kleiner als 50 ist. 25 30
  4. Zündspule nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern ringförmig oder oval ausgebildet ist und die Primär- und Sekundärspule winkelfersetzt angeordnet sind. 35
  5. Zündspule nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß im ringförmig oder oval ausgebildeten Kern ein Luftspalt, vorzugsweise im Bereich der Primärwicklung vorgesehen ist. 40
  6. Zündspule nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern aus nanokristalinem Material, insbesondere Eisen oder Eisenverbindungen besteht. 45 50
  7. Zündspule nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern geblecht ist. 55

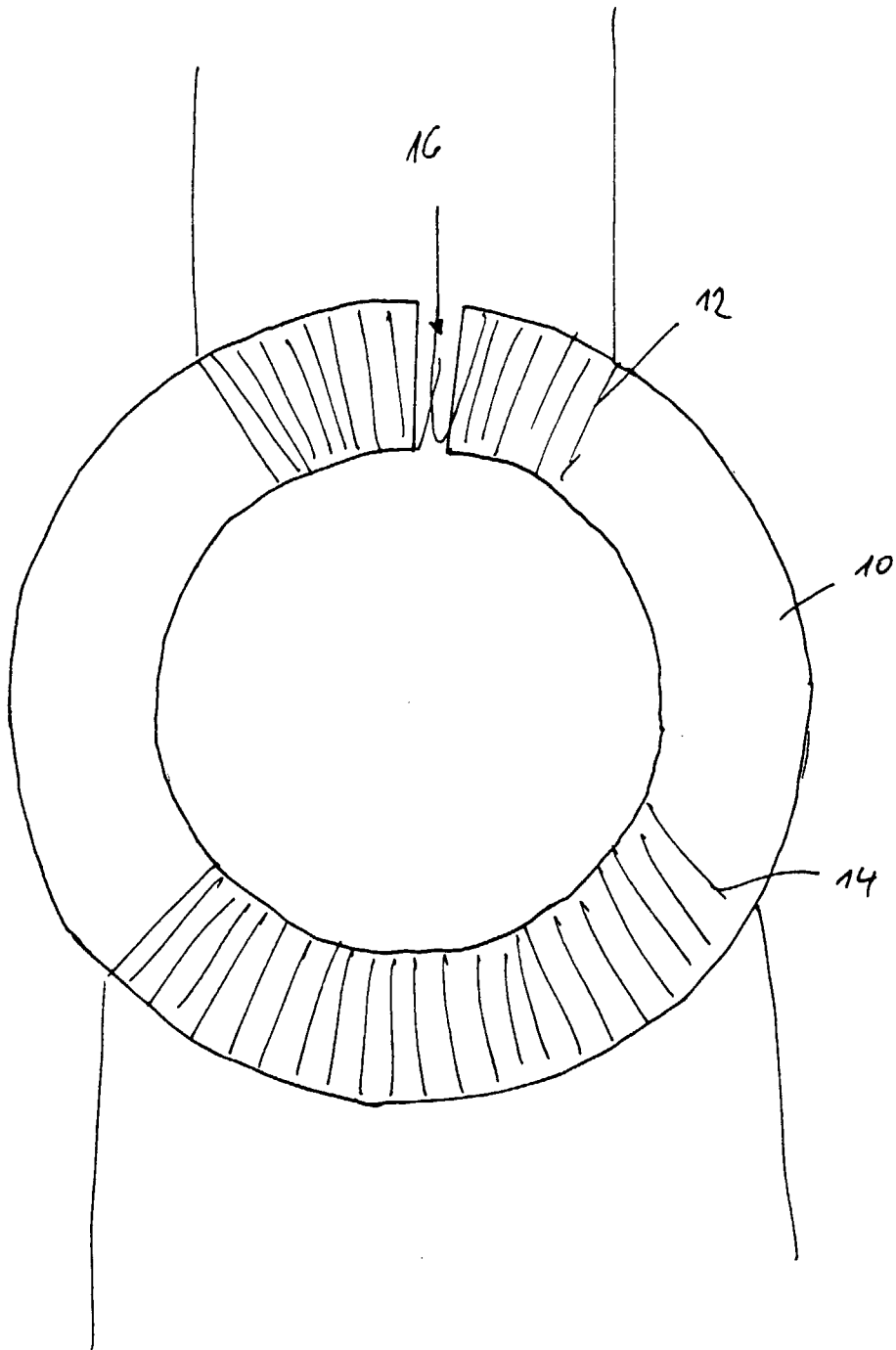


Fig. 1

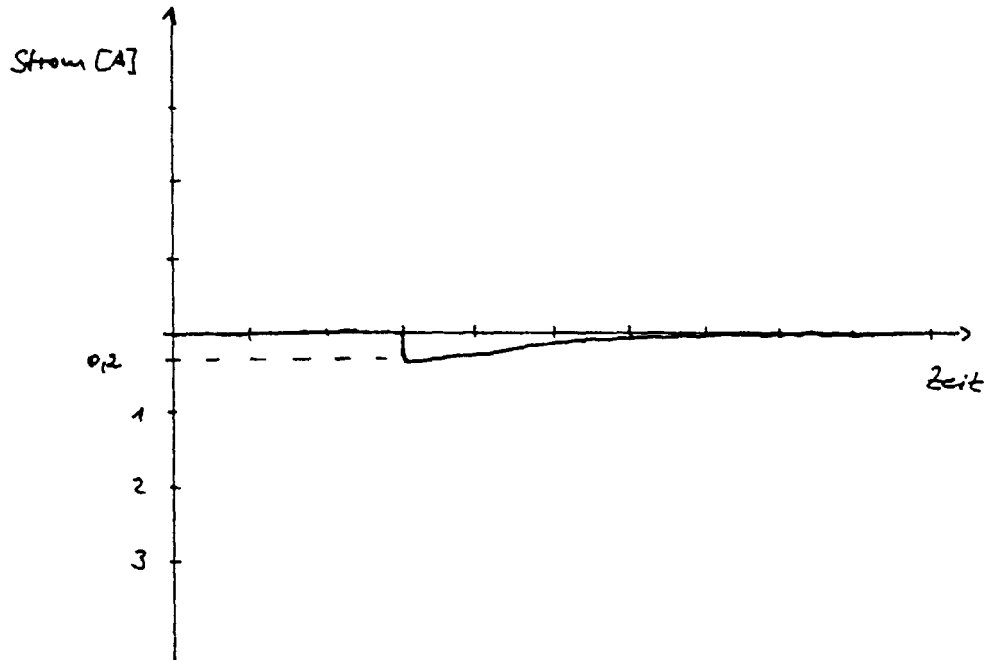
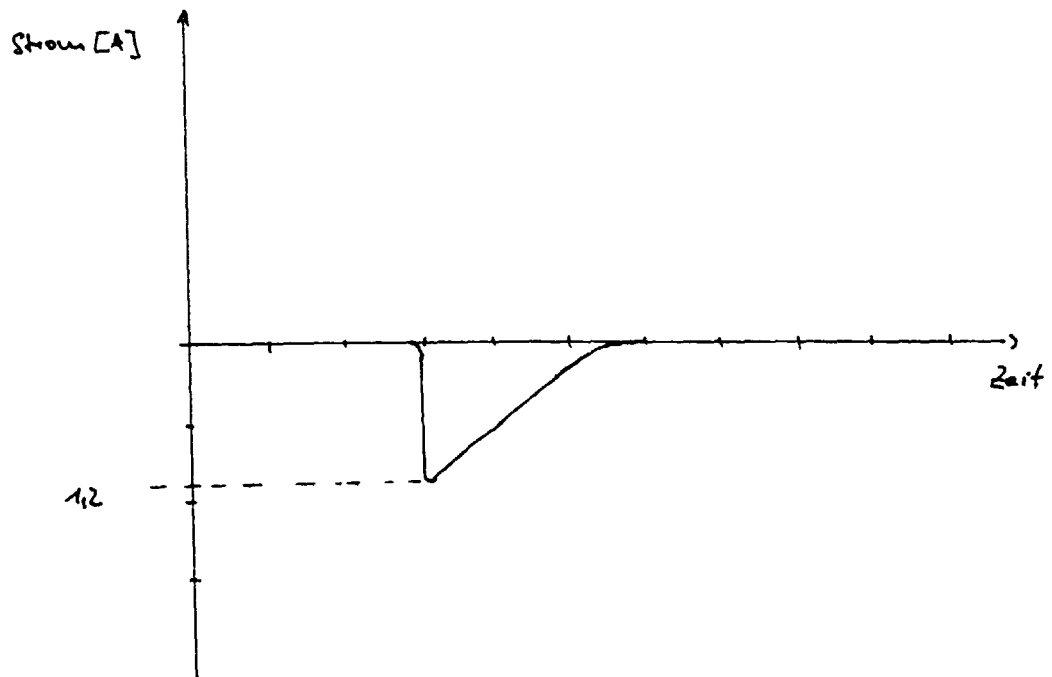


Fig. 2





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 99 11 3017

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 0 652 366 A (CHRYSLER CORP) 10. Mai 1995 (1995-05-10) * Spalte 15, Zeile 32 - Spalte 16, Zeile 38 *	1-7	H01F38/12
A	WO 97 21920 A (WARD MICHAEL A V) 19. Juni 1997 (1997-06-19)		
A	WO 90 13742 A (CUMBUSTION ELECTROMAGNETICS) 15. November 1990 (1990-11-15)		
A	US 4 677 960 A (WARD MICHAEL A V) 7. Juli 1987 (1987-07-07)		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			H01F
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	20. Oktober 1999	Vanhulle, R	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
O : mündliche Offenbarung		.....	
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 99 11 3017

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.

20-10-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0652366 A	10-05-1995	US 5526788 A	18-06-1996
		CA 2134816 A	09-05-1995
		DE 69417843 D	20-05-1999
		DE 69417843 T	14-10-1999
		JP 7166947 A	27-06-1995
WO 9721920 A	19-06-1997	EP 0898651 A	03-03-1999
		CA 2218295 A	21-08-1997
		WO 9730287 A	21-08-1997
WO 9013742 A	15-11-1990	AU 5730790 A	29-11-1990
		CA 2032488 A	13-11-1990
		EP 0428669 A	29-05-1991
		JP 3506104 T	26-12-1991
US 4677960 A	07-07-1987	AU 592969 B	01-02-1990
		AU 5239286 A	29-07-1986
		CA 1273053 A	21-08-1990
		DE 3586682 A	29-10-1992
		EP 0207969 A	14-01-1987
		JP 62501926 T	30-07-1987
		WO 8604118 A	17-07-1986

EPO FORM P0461

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