



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 969 204 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**05.01.2000 Patentblatt 2000/01**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **F02P 17/12, F02P 3/04**

(21) Anmeldenummer: **99110438.1**

(22) Anmeldetag: **29.05.1999**

(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**

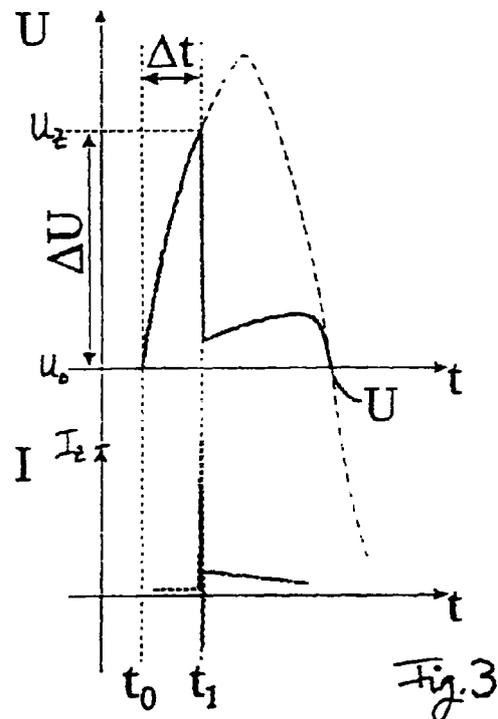
(72) Erfinder:  
• **Baumberger, Heinz**  
13595 Berlin (DE)  
• **Gabriel, Ingo**  
76133 Karlsruhe (DE)  
• **Hohner, Peter**  
70771 Leinfelden-Echterdingen (DE)  
• **Wilstermann, Hartung**  
74405 Gaildorf (DE)

(30) Priorität: **02.07.1998 DE 19829583**

(71) Anmelder: **DaimlerChrysler AG**  
**70567 Stuttgart (DE)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung der Durchbruchspannung bei der Zündung einer Brennkraftmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung der Durchbruchspannung bei einer Zündung. Erfindungsgemäß wird der Durchbruchzeitpunkt detektiert und mit dem Durchbruchzeitpunkt die Durchbruchspannung bestimmt.



EP 0 969 204 A2

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß den gattungsbildenden Merkmalen des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung gemäß den gattungsbildenden Merkmalen des Anspruchs 3.

**[0002]** Die DE 27 52 244 A1 beschreibt beispielsweise ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Prüfen elektrischer Zündungen. Zur schnellen Prüfung der Bauelemente in ihrer betriebsmäßigen Lage wird der zeitliche Verlauf der Spannung auf der Primärseite und/oder auf der Sekundärseite gemessen. Aufgrund des zeitlichen Verlaufes der Spannung wird beispielsweise auf den Elektrodenabstand oder auf Feuchtigkeit im Verteiler geschlossen. Ein zu schneller Stromabfall zeigt einen zu großen Abstand der Elektroden entsprechend einem Elektrodenabbrand. Ein zu langsamer Stromabfall zeigt dagegen einen zu kleinen Elektrodenabstand an. Der Spannungsverlauf in der Sekundärwicklung kann auch durch das Abklingen der Spannung in der Primärwicklung gemessen werden. In der DE 30 41 498 A1 und der DE 40 37 071 A1 wird vorgeschlagen, bei der Zündung den Durchbruchzeitpunkt zu detektieren und abhängig davon auf den Zustand der Zündanlage zu schließen. In der DE 30 41 498 A1 wird zum Zeitpunkt der Zündung eine negative Flanke erzeugt, die über einen Koppelkondensator und einen Komparator ein Flip-Flop zurücksetzt. Der Komparator dient zur Erkennung dieses negativen Impulses. Die Auskopplung des Zündsignals erfolgt auf der Primärseite. In der DE 40 37 071 A1 wird aus der Zeitspanne, die zwischen dem Anstieg der Primärspannung der Zündspule und dem Absinken des Stromes in einer Begrenzerschaltung vergeht, auf die Güte der Zündanlage geschlossen. Hierzu werden der Zeitpunkt des Anstiegs der Primärspannung der Zündspule, der durch das Abschalten des Schalttransistors im Bereich des Zündzeitpunktes bedingt ist, und der Zeitpunkt des Absinkens des Stromes in der Begrenzerschaltung, das durch den Funkenüberschlag im Zündzeitpunkt bedingt ist, ermittelt. Die DE 43 03 030 A1 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Überwachen des Zündverhaltens bei Kapazitätsentladungs-Zündsystemen. Hierbei wird die zum Zünden einer Zündkerze erforderliche Zündspannung aus der Dauer des Stromflusses durch die Zündspulen-Primärwicklung bestimmt. Da die Spulenkopplung bei Wechsellspannungszündungen gering ist, ist aber ein qualitatives Messen der Strom- und/oder Spannungsänderung auf der Primärseite der Zündung nicht möglich. Bei Wechsellspannungszündungen wird deshalb zur direkten Messung der Durchbruchspannung auf der Sekundärseite ein Hochspannungstastkopf verwendet. Ein Hochspannungstastkopf ist aber teuer.

**[0003]** Die Aufgabe der Erfindung ist daher ein billiges und einfaches Verfahren zur Bestimmung der Durchbruchspannung und damit zur Motordiagnose sowie zur Prüfung der Zündanlage bereitzustellen.

**[0004]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die

Merkmale der Ansprüche 1 und 3 gelöst. Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen des Erfindungsgegenstandes sind durch die Merkmale der Unteransprüche gekennzeichnet.

**[0005]** Ein wesentlicher Vorteil dieser Ausgestaltungen liegt darin, daß eine Spannungsmessung nur qualitativ durchgeführt wird. Der Wert der Durchbruchspannung wird nicht direkt gemessen, sondern aufgrund der Spannungsmessung wird nur der Durchbruchzeitpunkt bestimmt. Durch das Detektieren der Durchbruchzeit wird die Durchbruchspannung einfacher und genauer bestimmt. Dies vereinfacht jegliche Art des Prüfens der Zündanlage oder der Motordiagnose, bei welcher die Durchbruchspannung als Indikator benutzt wird. Aufgrund ihrer Genauigkeit ist eine qualitative Messung der Spannung oder des Stromes von Vorteil. Daher wird die Durchbruchzeit bis zum Durchbruch bestimmt. Da am Zündzeitpunkt die Spannung an den Elektroden der Zündkerze durchbricht und ein großer Strom fließt, kommt es am Zündzeitpunkt zu einem starkem Abfall der Spannung an der Zündkerze. Da der Spannungsabfall zum Zündzeitpunkt sehr stark und damit genau bestimmt werden kann, ist insbesondere bei Wechsellspannungszündungen von Vorteil, daß primärseitig eine Spannungsmessung einen aussagekräftigen Wert der Durchbruchzeit und damit der Durchbruchspannung liefert. Bei Wechsellspannungszündungen kann aufgrund der geringen Spulenkopplung die Durchbruchspannung auf der Primärseite quantitativ nicht gemessen werden. Es ist aber möglich den abrupten Spannungsabfall zum Zündzeitpunkt mit Hilfe einer Spannungsmessung auf der Primärseite zu erkennen. Der Durchbruchzeitpunkt wird über den Spannungsabfall detektiert. Eine direkte Messung der Durchbruchspannung aus einer Spannungsmessung ist aber nicht möglich. Durch den Vergleich des detektierten Durchbruchzeitpunkts mit einem zuvor empirisch oder theoretisch ermittelten zeitabhängigen Spannungs-Kennfeld wird die Durchbruchspannung sehr genau bestimmt. Mit Hilfe der Durchbruchspannung können alle anderen Faktoren die von der Durchbruchspannung abhängen bestimmt werden. Hierzu gehören insbesondere die Prüfung der Zündanlage als auch die direkte Motordiagnose. Durch die Bestimmung der Durchbruchspannung ist sowohl eine Zündkerzendia-  
gnose im Kalttest als auch im Betrieb des Motors möglich. Weiterhin kann die Motordichtigkeit im Kalttest geprüft werden. Außerdem kann der Brennraumdruck während des Kalttests und im Betrieb des Motors bestimmt werden. Die Bestimmung der Elektrodenabstände und die Prüfung der Zündkerzen auf Isolatorbruch sind mit der Bestimmung der Durchbruchspannung auch möglich.

**[0006]** Die Erfindung wird anhand eines von Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 ein Schaltbild einer Zündung;

Fig. 2 ein Schaltbild einer Meßeinrichtung und

Fig. 3 eine Kennlinie der Zündkerze mit und ohne Durchbruch.

**[0007]** In Fig. 1 ist ein Schaltbild einer Wechselspannungszündung gezeigt. Die Erfindung ist aber auch für andere Zündungen geeignet, wie beispielsweise eine Gleichspannungszündung. Die Spannung wird auf der Sekundärseite 2 mit Hilfe des Transformators 4 auf die Durchbruchspannung  $U_z$  der Zündkerze 3 hochtransformiert. Bei Erreichen der Durchbruchspannung  $U_z$  bricht die Zündkerze 3 durch und es fließt der Zündstrom  $I_z$  (siehe auch Fig.3). Zur Bestimmung der Durchbruchspannung  $U_z$  wird die Zeit  $t_0$  vom Nulldurchgang der Spannung bis zum Erreichen der Durchbruchzeit  $t_1$  detektiert. Dies kann mit Hilfe einer Strom- oder Spannungs-Meßeinrichtung 5 niederspannungsseitig auf der Sekundärseite 2 der Zündung erfolgen. Eine andere Möglichkeit ist beispielsweise eine Strom- oder Spannungsmessung an Meßpunkt MPC auf der Primärseite 1. Zum Zeitpunkt des Durchbruchs kommt es zu einer abrupten Spannungsänderung. Diese Spannungsänderung und damit der Zeitpunkt  $t_1$  ist eindeutig detektierbar. Die Spannungsmessung liefert dagegen nicht die genaue Durchbruchspannung  $U_z$ .

**[0008]** In Fig. 2 ist das Schaltbild einer möglichen Ausführung der Meßeinrichtung 5 dargestellt. Am Meßpunkt MPA kann der Spannungsabfall am Widerstand  $R_1$  gemessen werden. Eine andere Art zur Detektierung der Durchbruchzeit  $t_1$  ist die Messung während des Durchbruchs an Meßpunkt MPB. Während des Durchbruchs fließt ein großer Strom, der am Meßpunkt MPB gemessen werden kann. Sobald die Spannung die Zenerdurchbruchspannung erreicht, bricht die Zenerdiode  $Z_1$  und  $Z_2$  durch und es fließt ein Strom durch den Widerstand  $R_2$ . Es wird der Spannungsabfall am Widerstand  $R_2$  gemessen. Da das Ausführungsbeispiel eine Wechselspannungszündung ist, wird der Spannungsabfall am Widerstand  $R_2$  durch zwei Zenerdioden  $Z_1$  für die positive und  $Z_2$  für die negative Halbwelle der Wechselspannung begrenzt. Bei Gleichspannungszündungen genügt eine Zenerdiode zur Spannungsbegrenzung an einem Widerstand und damit zur Detektierung des Durchbruchzeitpunktes  $t_1$  während der Zündung.

**[0009]** Fig. 3 zeigt die Kennlinien der Zündkerze 3 mit und ohne Durchbruch, wobei vereinfachend nur die positive Halbwelle dargestellt ist. Bei Wechselspannungszündungen ist ein Durchbruch auch in der negativen Halbwelle möglich. Das obere Schaubild zeigt die zeitabhängige Spannungs-Kennlinie. Das untere Schaubild zeigt die zeitabhängige Strom-Kennlinie. Das obere Schaubild zeigt gestrichelt die Kennlinie ohne Durchbruch. Die Kennlinie ohne Durchbruch wird empirisch durch Messung oder theoretisch durch Berechnung ohne Zündkerze erhalten. Diese Kennlinie dient zur Funktionswertbestimmung der Zündspannung  $U_z$ .

Der Nulldurchgang der Spannung  $U$  wird als Funktionswert  $U_0/t_0$  definiert, der Durchbruch wird als Funktionswert  $U_z/t_1$  definiert. Die dunkel gestrichelte Linie zeigt im oberen Schaubild den Spannungsverlauf und im unteren Schaubild den Stromverlauf an der Zündkerze mit Durchbruch. Die Spannung steigt ab  $t_0$  stetig an bis die Zündkerze 3 am Durchbruchzeitpunkt  $t_1$  durchbricht. Am Durchbruchzeitpunkt  $t_1$  fließt der Zündstrom  $I_z$ . Durch Bestimmen von  $t_1$  kann durch Vergleich mit der zeitabhängigen Spannungs-Kennlinie ohne Durchbruch die Durchbruchspannung  $U_z$  bestimmt werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Durchbruchspannung bei der Zündung einer Brennkraftmaschine, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Durchbruchzeitpunkt ( $t_1$ ) detektiert wird und mit dem Durchbruchzeitpunkt ( $t_1$ ) die Durchbruchspannung ( $U_z$ ) bestimmt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine ohne Durchbruch bestimmte zeitabhängige Spannungs-Kennlinie als Referenz dient, mit welcher der detektierte Durchbruchzeitpunkt ( $t_1$ ) verglichen wird und die dazugehörige Durchbruchspannung ( $U_z$ ) bestimmt wird.
3. Vorrichtung zum Ausführen des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Detektion des Durchbruchzeitpunktes ( $t_1$ ) durch eine zeitabhängige Strom- oder Spannungsmessung entweder auf der Primärseite (1) der Zündanlage an einem Meßpunkt (MPC') erfolgt, der an dem nicht mit der Versorgungsspannung verbundenen Anschluß der Zündspulenprimärwicklung liegt, oder auf der Sekundärseite der Zündanlage niederspannungsseitig an Meßpunkten (MPA, MPB) erfolgt.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Detektion des Durchbruchzeitpunktes ( $t_1$ ) auf der Sekundärseite (2) der Zündanlage der Spannungsabfall an einem Widerstand ( $R_1$ ) gemessen wird.
5. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Detektion des Durchbruchzeitpunktes ( $t_1$ ) auf der Sekundärseite (2) der Zündanlage während der Zündung der Spannungsabfall über einem mittels Zenerdiode (Z) geschütztem Widerstand (R) gemessen wird.
6. Vorrichtung nach Anspruch 3,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß bei einer Wechsellspannungszündung zur Detektion des Durchbruchzeitpunktes ( $t_1$ ) auf der Sekundärseite (2) während der Zündung der Spannungsabfall an einem mittels zweier Zenerdioden ( $Z_1$  und  $Z_2$ ) begrenztem Widerstand ( $R_2$ ) gemessen wird.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

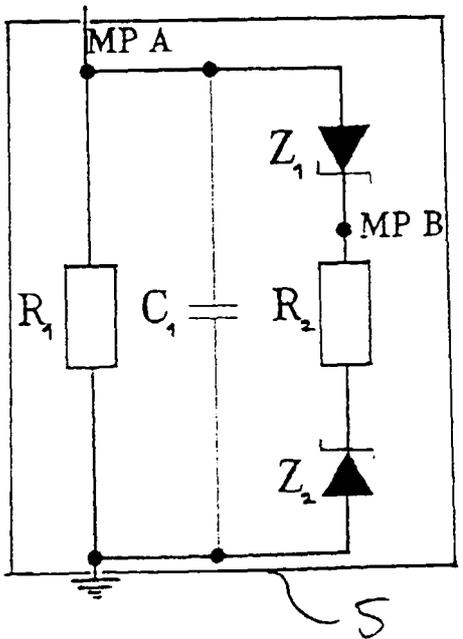
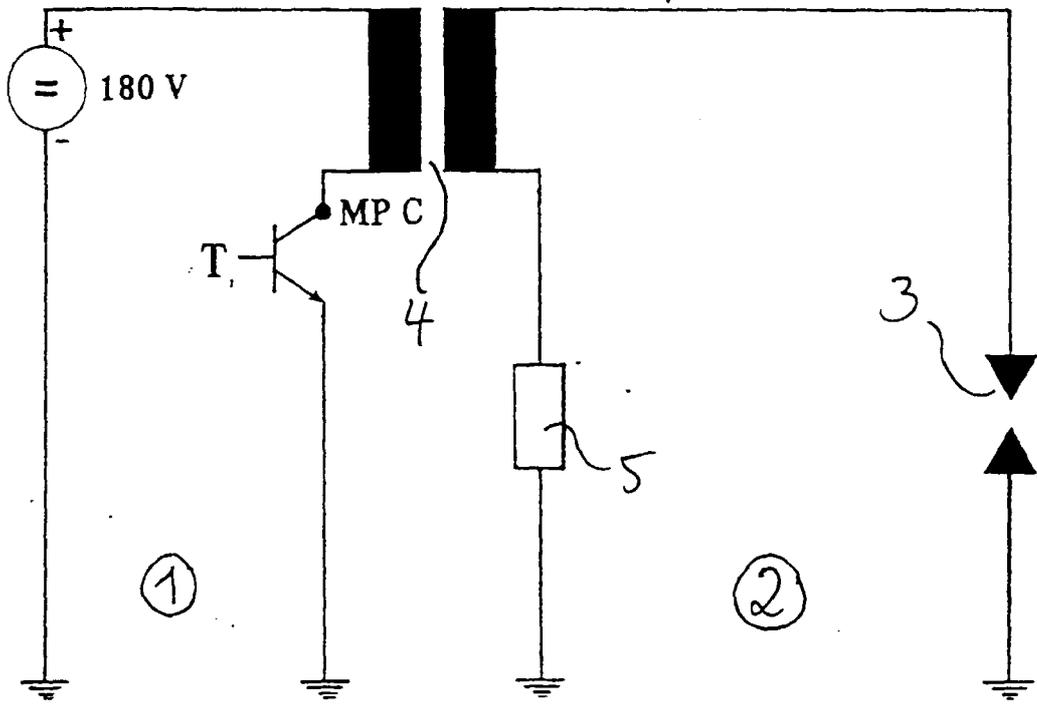


Fig. 2

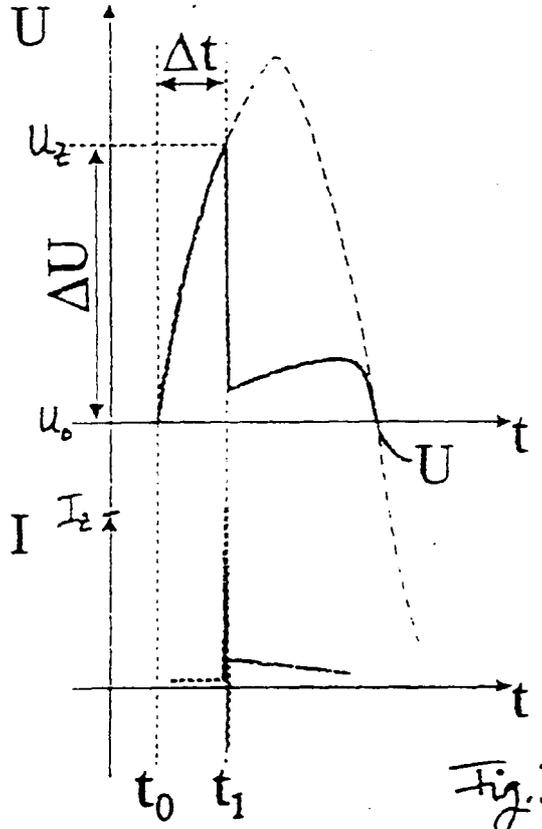


Fig. 3