



(10) **DE 10 2015 222 236 B3** 2017.04.27

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 222 236.5**
(22) Anmeldetag: **11.11.2015**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **27.04.2017**

(51) Int Cl.: **F02P 1/00** (2006.01)
F02P 13/00 (2006.01)
F01B 23/10 (2006.01)
H01F 30/06 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich.,
US**

(74) Vertreter:
derzeit kein Vertreter bestellt

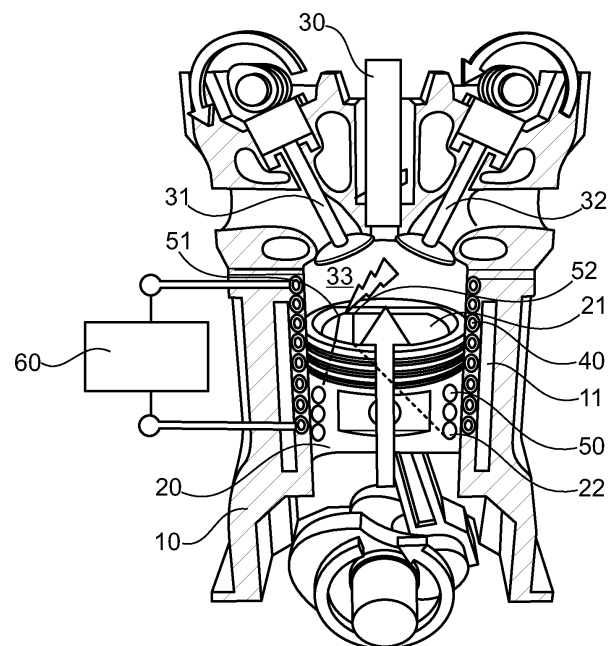
(72) Erfinder:
**Lach, Rainer, 52146 Würselen, DE; Wunderlich,
Frank, 52134 Herzogenrath, DE; Kemmerling,
Jörg, 52156 Monschau, DE; Smiljanovski, Vanco,
Dr., 50181 Bedburg, DE; Sommerhoff, Franz Arnd,
52066 Aachen, DE; Stief, Jürgen Karl, 52066
Aachen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	6 883 507	B2
US	7 559 319	B2
US	7 793 634	B2
US	8 991 356	B2
US	2005 / 0 061 294	A1
US	2011 / 0 221 208	A1
CN	204 119 008	U

(54) Bezeichnung: **Elektromagnetisches Zündsystem für einen Verbrennungsmotor, sowie Verbrennungsmotor mit Zündsystem**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Zündsystem für einen Verbrennungsmotor mit wenigstens einem Zylinder (10), einem in dem Zylinder (10) hin- und her bewegbaren Hubkolben (20) mit einem Kolbenboden (21) und einem Brennraum (33) angrenzend an den Kolbenboden (21). Dabei ist das Zündsystem als ein elektromagnetisches Zündsystem zur Zündung eines Kraftstoff-Luft-Gemischs im Brennraum (33) ausgebildet. Das erfindungsgemäße Zündsystem umfasst eine äußere Primärwicklung (40) im Zylinder (10) und wenigstens eine innere Sekundärwicklung (50) im Zylinder (10) und/oder im Hubkolben (20), wobei die wenigstens eine Sekundärwicklung (50) mit wenigstens zwei Zündelektroden (51;52) verbunden ist, mit denen im Brennraum (33) ein Zündfunke erzeugbar ist, wobei die Primärwicklung (40) in Verbindung mit einem Steuergerät (60) steht, welches dazu ausgebildet ist, den Stromfluss in der Primärwicklung (40) so zu steuern, dass an den Zündelektroden (51;52) der wenigstens einen Sekundärwicklung (50) zu einem Zeitpunkt ein Zündfunken erzeugt wird, der in Abhängigkeit von der Position des Hubkolbens (20) innerhalb des Zylinders (10) definiert ist



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Zündsystem gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 für einen Verbrennungsmotor mit wenigstens einem Zylinder, einem in dem Zylinder hin- und her bewegbaren Hubkolben und einem Brennraum, wobei das Zündsystem als ein elektromagnetisches Zündsystem zur Zündung eines Kraftstoff-Luft-Gemischs im Brennraum ausgebildet ist.

[0002] Ein solches Zündsystem umfasst typischerweise eine Zündkerze, die in den Zylinder hineinragt, um dort im Brennraum einen Zündfunken zu erzeugen. Beispielsweise offenbart die US 2005/0061294 A1 einen Motor mit solchen Zündkerzen. Auch die US 7,559,319 B2 beschreibt ein Zündsystem mit Zündkerzen.

[0003] Bei Verbrennungsmotoren besteht jedoch oftmals der Bedarf, diese kleiner zu dimensionieren, um sie beispielsweise als kleinere Ergänzungsantriebe in Hybrid-Fahrzeugen unterbringen zu können. Dabei kann insbesondere der erforderliche Bauraum oberhalb des Zylinderkopfes problematisch sein, wenn bei einer Direkteinspritzung sowohl mehrere Einspritzdüsen als auch mehrere Zündkerzen angeordnet werden müssen. Dabei bietet beispielsweise eine Reduzierung von Abmessungen dieser Komponenten oder eine andere Anordnung kein ausreichendes Potenzial, um den Bauraum wesentlich zu verringern. Ein Ansatz kann daher sein, die Funktionsweise des Verbrennungsmotors grundsätzlich zu verändern, wobei der Stand der Technik Anregungen für alternative Funktionsweisen von Verbrennungsmotoren geben kann.

[0004] Beispielsweise beschreibt die US 7,793,634 B2 die Möglichkeit, die Hubkolben eines Verbrennungsmotors nicht nur durch die Verbrennung eines Kraftstoff-Luft-Gemisches im Brennraum zu bewegen, sondern die Hubkolben elektromagnetisch anzutreiben. Dieser elektromagnetische Betrieb kann alleine oder in Kombination mit dem Verbrennungsbetrieb eingesetzt werden. Dazu besteht ein Hubkolben aus einem magnetischen Material und die Zylinder weisen Spulen auf, durch welche sich die Hubkolben hindurch bewegen. Durch entsprechende Stromführung in den Spulen können die Hubkolben hin- und herbewegt werden. Damit lässt sich der Kraftstoffverbrauch verringern, aber zu einer Reduzierung des Bauraums des Motors führt dies nicht.

[0005] Auch aus der US 8,991,356 B2 ist eine elektromagnetische Unterstützung eines Verbrennungsmotors bekannt, bei der beispielsweise Hubkolben mit Permanentmagneten und Zylinder mit Elektromagneten versehen sind. Durch entsprechende Stromzuführung zu den Elektromagneten kann

ein wechselndes Magnetfeld erzeugt werden, mit dem zwischen den Permanentmagneten des Hubkolbens und den Elektromagneten abwechselnd eine Anziehung und eine Abstoßung erzeugt werden kann. Diese Anziehung und Abstoßung unterstützt die Hin- und Herbewegung der Hubkolben. Aus der US 2011/0221208 A1 ist eine ähnliche Anordnung bekannt, bei der jedoch umgekehrt die kinetische Energie der Hubkolben bei ihrer Hin- und Herbewegung in elektrische Energie umgewandelt wird.

[0006] Mit all diesen Systemen lässt sich der erforderliche Bauraum für einen Verbrennungsmotor jedoch nicht reduzieren. Hingegen offenbart beispielsweise die US 6,883,507 B2 einen Verbrennungsmotor ohne Zündkerzen, bei dem ein Kraftstoff-Luft-Gemisch im Brennraum durch eine Koronaentladung gezündet wird. Dabei wird das Kraftstoff-Luft-Gemisch für eine Zündung ionisiert.

[0007] Die CN 204 119 008 U dagegen offenbart einen Vier-Takt-Verbrennungsmotor, der Einspritzelemente zum Einspritzen von Kraftstoff und eine Zündkerze aufweist. An dem Zylinder ist ein Magnet mit zugehöriger Spule angeordnet. Auch der Kolben trägt wohl einen Magneten. So soll elektrische Energie generiert werden, wenn sich der Kolben hin- und herbewegt. Die elektrische Energie kann anderen Verbrauchern zur Verfügung gestellt werden.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein alternatives Zündsystem bereitzustellen, mit dem sich insbesondere der Bauraum oberhalb einer Zylinder-Hubkolben-Einheit reduzieren lässt.

[0009] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Zündsystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und einen zugehörigen Verbrennungsmotor gemäß Anspruch 5 gelöst.

[0010] Es ist darauf hinzuweisen, dass die in der nachfolgenden Beschreibung einzeln aufgeführten Merkmale sowie Maßnahmen in beliebiger, technisch sinnvoller Weise miteinander kombiniert werden können und weitere Ausgestaltungen der Erfindung aufzeigen. Die Beschreibung charakterisiert und spezifiziert die Erfindung insbesondere im Zusammenhang mit den Figuren zusätzlich.

[0011] Das erfindungsgemäße Zündsystem eignet sich zur Verwendung in einem Verbrennungsmotor mit wenigstens einem Zylinder, einem in dem Zylinder hin- und her bewegbaren Hubkolben mit einem Kolbenboden und einem Brennraum angrenzend an den Kolbenboden. Dabei ist das Zündsystem als elektromagnetisches Zündsystem zur Zündung eines Kraftstoff-Luft-Gemischs im Brennraum ausgebildet und weist eine Primärwicklung im Zylinder und wenigstens eine Sekundärwicklung ebenfalls im Zylinder oder im Hubkolben auf. Die Sekundärwicklung

ist mit wenigstens zwei Zündelektroden verbunden. Zwischen diesen Zündelektroden ist ein Zündfunke erzeugbar, mit dem sich im Brennraum ein Kraftstoff-Luft-Gemisch zünden lässt.

[0012] Die Zündung des Kraftstoff-Luft-Gemischs erfolgt somit nicht durch eine herkömmliche Zündkerze, die mit Zündelektroden in den Brennraum ragt. Vielmehr ist das Zündsystem in eine Zylinder-Hubkolben-Einheit integriert, wodurch keine Zündkerze mehr erforderlich ist. Dies führt zu einer Einsparung an Bauteilen und reduziert insbesondere den Bauraum im Kopfbereich eines Motors. Es ist kein Bauraum für die Einbringung einer Zündkerze mehr erforderlich, so dass der Verbrennungsmotor insgesamt kleiner ausgeführt werden kann. Dies ist insbesondere vorteilhaft, wenn es sich bei dem Verbrennungsmotor um einen Ergänzungsmotor zu einem Elektroantrieb in einem Kraftfahrzeug mit Hybridantrieb handelt. Der Begriff der Zündkerze soll sowohl eine Zündkerze eines Ottomotors als auch eine Glühkerze eines Dieselmotors synonym umfassen, und keinesfalls einschränkend wirken. Insofern sind mit der Erfindung also Zündkerzen/Glühkerzen verzichtbar.

[0013] Wenn keine Zündkerze integriert werden muss, führt dies auch zu einer höheren Gestaltungsfreiheit bei der Ausführung und Anordnung anderer Komponenten im Kopfbereich des Verbrennungsmotors. Beispielsweise können Ein- und Auslassventile größer ausgeführt und/oder vorteilhafter angeordnet werden. Auch bei der Wahl der Position für einen Zündfunken bietet das erfindungsgemäße Zündsystem eine höhere Gestaltungsfreiheit. Beispielsweise können Zündfunken durch entsprechend positionierte Zündelektroden an verschiedenen Positionen erzeugt werden. Dabei kann die Position der Elemente zur Erzeugung der Zündfunken besser an die Anforderungen des Motors angepasst werden.

[0014] Unterschiedliche Positionen für die Erzeugung eines Zündfunkens können insbesondere durch eine entsprechende Anordnung der Sekundärwicklung realisiert werden. Beispielsweise kann die Sekundärwicklung wie die Primärwicklung im Zylinder vorgesehen werden, wobei die Sekundärwicklung mit wenigstens zwei Zündelektroden im Bereich der Zylinderinnenwand verbunden ist. Beide Wicklungen befinden sich dann koaxial als äußere und innere Wicklung im Zylindermantel. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass die Position des Zündfunkens an der Zylinderinnenwand relativ frei so gewählt werden kann, so dass sich im Brennraum ein optimaler Verbrennungsvorgang auslösen lässt.

[0015] In einer alternativen Ausführungsform der Erfindung ist die wenigstens eine Sekundärwicklung im Hubkolben angeordnet, wobei die Sekundärwicklung mit wenigstens zwei Zündelektroden im Bereich des Kolbenbodens verbunden ist. Bei dieser Ausfüh-

rungsform lassen sich Zündfunken auf dem Kolbenboden erzeugen, der an den Brennraum angrenzt. In einer bevorzugten Ausführungsform dieser Variante ist die Primärwicklung spiralförmig im Zylindermantel des Zylinders ausgebildet, während die wenigstens eine Sekundärwicklung spiralförmig im Kolbenschaft bzw. Kolbenhemd des Hubkolbens ausgebildet ist, wobei die Primärwicklung und die Sekundärwicklung koaxial verlaufen. Ist die Sekundärwicklung spiralförmig im Zylindermantel angeordnet, können die Primärwicklung und die Sekundärwicklung ebenfalls koaxial verlaufen.

[0016] Dabei basiert die Funktionsweise des elektromagnetischen Zündsystems im Wesentlichen auf dem Prinzip einer Zündspule. Die Sekundärwicklung liegt innerhalb der Primärwicklung im Zylinder, wobei der Hubkolben als gemeinsamer Kern dient, der magnetisierbar ist. Der Hubkolben besteht daher zweckmäßigerweise wenigstens im Bereich der Sekundärwicklung aus einem magnetisierbaren Metall.

[0017] Ferner weist die niederohmige Primärwicklung vorzugsweise weniger Windungen auf als die hochohmige Sekundärwicklung.

[0018] In der Primärwicklung wird ein Strom erzeugt, der wiederum ein Magnetfeld erzeugt. In diesem Magnetfeld befindet sich auch die Sekundärwicklung. Wird der Stromfluss in der Primärwicklung unterbrochen, bricht das Magnetfeld zusammen, wodurch in der Sekundärwicklung durch Induktion ein Hochspannungsimpuls erzeugt wird, mit dem sich an den Zündelektroden ein Zündfunke erzeugen lässt. Dieser Vorgang lässt sich in kurzen Abständen wiederholen, so dass sich beim Betrieb des Verbrennungsmotors zu einem gewählten Zeitpunkt z.B. kurz vor dem oberen Totpunkt des Hubkolbens im Brennraum ein Zündfunke erzeugen lässt.

[0019] Im elektromagnetischen Zündsystem gemäß der Erfindung ist die Primärwicklung somit dadurch definiert, dass durch sie Strom fließt und ein Magnetfeld erzeugt wird. Die Sekundärwicklung ist dadurch definiert, dass in ihr durch Induktion ein Hochspannungsimpuls erzeugt wird, wenn dieses Magnetfeld zusammenbricht. Um hierfür den Stromfluss in der Primärwicklung zu steuern, steht die Primärwicklung erfindungsgemäß in Verbindung mit einem Steuergerät, welches entsprechend für eine solche Steuerung ausgebildet ist. Insbesondere ist das Steuergerät dazu ausgebildet, den Stromfluss in der Primärwicklung so zu steuern, dass an den Zündelektroden der wenigstens einen Sekundärwicklung zu einem vorgegebenen Zeitpunkt ein Zündfunken erzeugt wird. Dieser Zeitpunkt zur Erzeugung des Zündfunkens ist erfindungsgemäß in Abhängigkeit von der Position des Hubkolbens innerhalb des Zylinders definiert.

[0020] Wie bei bisherigen Zündsystemen muss der Zündfunke zu einem bestimmten Zeitpunkt erzeugt werden, der sich nach der Position des Hubkolbens innerhalb des Zylinders richtet. Ist die Sekundärwicklung im Hubkolben angeordnet, ist die Bewegung der Sekundärwicklung zusammen mit dem Hubkolben zu berücksichtigen, so dass die Sekundärwicklung bei dieser Ausführungsform so am Hubkolben angeordnet sein muss, dass sie sich zum relevanten Zeitpunkt in einer Position bzw. Lage relativ zur Primärwicklung befindet, in welcher bei Unterbrechung des Stromflusses in der Primärwicklung der erforderliche Hochspannungsimpuls in der Sekundärwicklung erzeugbar ist.

[0021] Von der Erfindung umfasst ist auch ein Verbrennungsmotor mit wenigstens einem Zylinder, einem in dem Zylinder hin- und her bewegbaren Hubkolben mit einem Kolbenboden und einem Brennraum angrenzend an den Kolbenboden. Der Verbrennungsmotor weist ein elektromagnetisches Zündsystem zur Zündung des Kraftstoff-Luft-Gemischs im Brennraum auf, das nach einer oder mehreren der beschriebenen Ausführungsformen ausgebildet ist. Dabei weist der Verbrennungsmotor üblicherweise mehrere Zylinder mit einem zugehörigen Hubkolben und einem jeweiligen elektromagnetischen Zündsystem auf, wobei der Stromfluss in den Primärwicklungen des jeweiligen Zündsystems über ein zentrales Steuergerät steuerbar ist. Das zentrale Steuergerät steuert somit alle Zündsysteme an und synchronisiert diese.

[0022] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen und der folgenden Figurenbeschreibung offenbart. Es zeigt die einzige

[0023] Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Zylinder-Hubkolben-Einheit eines Verbrennungsmotors mit einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Zündsystems.

[0024] Die Darstellung ist jedoch nur beispielhaft zu verstehen und das erfindungsgemäße Zündsystem kann auch für andere Motorarten verwendet werden.

[0025] In Fig. 1 ist schematisch eine Zylinder-Hubkolben-Einheit eines Verbrennungsmotors dargestellt, wobei die Einheit einen Zylinder **10** aufweist, in dem ein Hubkolben **20** hin- und herbewegbar ist. Der Hubkolben **20** ist auf bekannte Art über eine Pleuelstange mit einer Pleuelstange verbunden, deren Drehung mit einem Rotationspfeil dargestellt ist. Oberhalb eines Kolbenbodens **21** des Hubkolbens **20** bildet sich ein Brennraum **33** aus, in den Luft und Kraftstoff eingebracht werden, um dort verbrannt zu werden. Die Zuführung und Mischung von Luft und Kraftstoff kann auf bekannte Weise insbesondere mit einer Ventilsteuerung erfolgen. Diese steuert Ventile und

damit auch den Ladungswechsel durch Öffnen und Schließen von Lufteinlass- und Abgasaustrittskanälen des Verbrennungsmotors.

[0026] In der Ausführungsform der Fig. 1 ist im oberen Bereich des Zylinders **10** ein Einlassventil **31** zur Zuführung von Luft in den Brennraum **33** vorgesehen. Der Verbrennungsmotor ist beispielhaft mit einer Direkteinspritzung ausgeführt, so dass Kraftstoff dem Brennraum **33** direkt über eine lediglich schematisch dargestellte Einspritzdüse **30** zugeführt wird. Nach der Verbrennung wird Abgas über das Auslassventil **32** aus dem Brennraum **33** herausgeführt. Die Ventile **31**, **32** werden über Nockenwellen bewegt, deren Drehung in Fig. 1 ebenfalls mit Rotationspfeilen dargestellt ist, während die Aufwärtsbewegung des Hubkolbens **20** mit einem entsprechenden Pfeil nach oben dargestellt ist.

[0027] Zum Zünden des Kraftstoff-Luftgemisches ist ein Zündsystem vorgesehen. Das in der Ausführungsform der Fig. 1 verwendete Zündsystem weist eine äußere Primärwicklung **40** auf, die im Zylinder **10** angeordnet ist. Beispielsweise ist sie in den Zylindermantel **11** integriert. Die Primärwicklung **40** weist mehrere Wicklungen auf, die spiralförmig im Zylindermantel **11** angeordnet sind, so dass sich die Primärwicklung **40** koaxial zum Hubkolben **20** erstreckt. Die Anschlüssen der Primärwicklung **40** sind aus dem Zylinder **10** herausgeführt und mit einem Steuergerät **60** verbunden. Bei dem Steuergerät **60** handelt es sich insbesondere um eine Motorsteuerung (ECU – Electronic Control Unit).

[0028] Eine Sekundärwicklung kann koaxial innerhalb der Primärwicklung **40** in dem Zylindermantel **11** angeordnet sein.

[0029] In der Ausführungsform der Fig. 1 befindet sich die Sekundärwicklung **50** jedoch im Hubkolben **20**. Insbesondere ist sie in den Kolbenschaft **22** bzw. Kolbenhemd **22** integriert, der sich unterhalb des Kolbenbodens **21** befindet. Die Sekundärwicklung **50** bewegt sich beim Betrieb des Verbrennungsmotors somit mit dem Hubkolben **20** auf und ab.

[0030] Die Sekundärwicklung **50** ist mit zwei Zündelektroden **51** und **52** verbunden, die auf dem Kolbenboden **21** ausgebildet sind. Diese Verbindung ist in Fig. 1 durch gestrichelte Linien dargestellt, wobei dies jedoch nur eine beispielhafte Verbindung aufzeigen soll. Der Verlauf der Verbindung kann geeignet gewählt werden. Ferner ist die Sekundärwicklung **50** in Fig. 1 mit weniger Wicklungen dargestellt als die Primärwicklung **40**, wobei dies vorzugsweise umgekehrt ist, wobei die Sekundärwicklung **50** mehr Wicklungen hat als die Primärwicklung **40**. Die Darstellung dient somit lediglich der Verdeutlichung des Grundprinzips der Erfindung.

[0031] Beispielsweise befinden sich die Zündelektroden **51**, **52** im Randbereich des Kolbenbodens **21**, wie es in der Ausführungsform der **Fig. 1** der Fall ist. Die Zündelektroden **51**, **52** können jedoch auch an anderen Stellen auf dem Kolbenboden **21** angeordnet werden. Ferner können auch mehr als zwei Zündelektroden vorgesehen werden.

[0032] Der Verbrennungsmotor weist mehrere dieser Zylinder-Hubkolben-Einheiten auf, wobei das Steuergerät **60** in Verbindung mit dem jeweiligen Zündsystem jeder Einheit steht. So können über das Steuergerät **60** synchronisiert Zündfunken in allen Zylindern erzeugt werden.

[0033] Bewegt sich der Hubkolben **20**, wie in **Fig. 1** mit einem Pfeil dargestellt, nach oben in Richtung seines oberen Totpunkts, unterbricht das Steuergerät **60** den Stromfluss in der Primärwicklung **40** so, dass das zuvor erzeugte Magnetfeld zusammenbricht. Dies erfolgt zu einem Zeitpunkt, der so gewählt ist, dass der durch den Hochspannungsimpuls in der Sekundärwicklung **50** erzeugte Zündfunke an den Zündelektroden **51**, **52** im richtigen Moment erzeugt wird, um das verdichtete Kraftstoff-Luft-Gemisch im Brennraum **33** zu zünden. Die Primärwicklung **40** und die Sekundärwicklung **50** sind daher so angeordnet, dass die Sekundärwicklung **50** kurz vor dem oberen Totpunkt des Hubkolbens **20** entsprechend innerhalb der Primärwicklung **40** liegt.

Bezugszeichenliste

10	Zylinder
11	Zylindermantel
20	Hubkolben
21	Kolbenboden
22	Kolbenschaft
30	Einspritzdüse
31	Einlassventil
32	Auslassventil
33	Brennraum
40	Primärwicklung
50	Sekundärwicklung
51, 52	Elektrode
60	Steuergerät, ECU

Patentansprüche

1. Zündsystem für einen Verbrennungsmotor mit wenigstens einem Zylinder (**10**), einem in dem Zylinder (**10**) hin- und her bewegbaren Hubkolben (**20**) mit einem Kolbenboden (**21**) und einem Brennraum (**33**) angrenzend an den Kolbenboden (**21**), wobei das Zündsystem als ein elektromagnetisches Zündsystem zur Zündung eines Kraftstoff-Luft-Gemischs im Brennraum (**33**) ausgebildet ist, gekennzeichnet durch eine Primärwicklung (**40**) im Zylinder (**10**) und wenigstens eine Sekundärwicklung (**50**) im Zylinder (**10**) und/oder im Hubkolben (**20**), wobei die wenig-

tens eine Sekundärwicklung (**50**) mit wenigstens zwei Zündelektroden (**51**; **52**) verbunden ist, mit denen im Brennraum (**33**) ein Zündfunke erzeugbar ist, und die Primärwicklung (**40**) in Verbindung mit einem Steuergerät (**60**) steht, welches dazu ausgebildet ist, den Stromfluss in der Primärwicklung (**40**) so zu steuern, dass an den Zündelektroden (**51**; **52**) der wenigstens einen Sekundärwicklung (**50**) zu einem Zeitpunkt ein Zündfunke erzeugt wird, der in Abhängigkeit von der Position des Hubkolbens (**20**) innerhalb des Zylinders (**10**) definiert ist.

2. Zündsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eine Sekundärwicklung (**50**) im Zylinder (**20**) angeordnet ist, wobei die Sekundärwicklung (**50**) mit wenigstens zwei Zündelektroden (**51**; **52**) im Bereich der Zylinderinnenwand verbunden ist.

3. Zündsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eine Sekundärwicklung (**50**) im Hubkolben (**20**) angeordnet ist, wobei die Sekundärwicklung (**50**) mit wenigstens zwei Zündelektroden (**51**; **52**) im Bereich des Kolbenbodens (**21**) verbunden ist.

4. Zündsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Primärwicklung (**40**) spiralförmig im Zylindermantel (**11**) des Zylinders (**10**) ausgebildet ist, während die wenigstens eine Sekundärwicklung (**50**) spiralförmig im Kolbenschaft (**22**) des Hubkolbens (**20**) ausgebildet ist, wobei die Primärwicklung (**40**) und die Sekundärwicklung (**50**) koaxial verlaufen.

5. Verbrennungsmotor mit wenigstens einem Zylinder (**10**), einem in dem Zylinder (**10**) hin- und her bewegbaren Hubkolben (**20**) mit einem Kolbenboden (**21**) und einem Brennraum (**33**) angrenzend an den Kolbenboden (**21**), gekennzeichnet durch ein elektromagnetisches Zündsystem zur Zündung des Kraftstoff-Luft-Gemischs im Brennraum (**33**), das nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4 ausgebildet ist.

6. Verbrennungsmotor nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch mehrere Zylinder (**10**) mit einem zugehörigen Hubkolben (**20**) und einem jeweiligen elektromagnetischen Zündsystem, wobei der Stromfluss in den Primärwicklungen (**40**) des jeweiligen Zündsystems über ein zentrales Steuergerät (**60**) steuerbar ist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

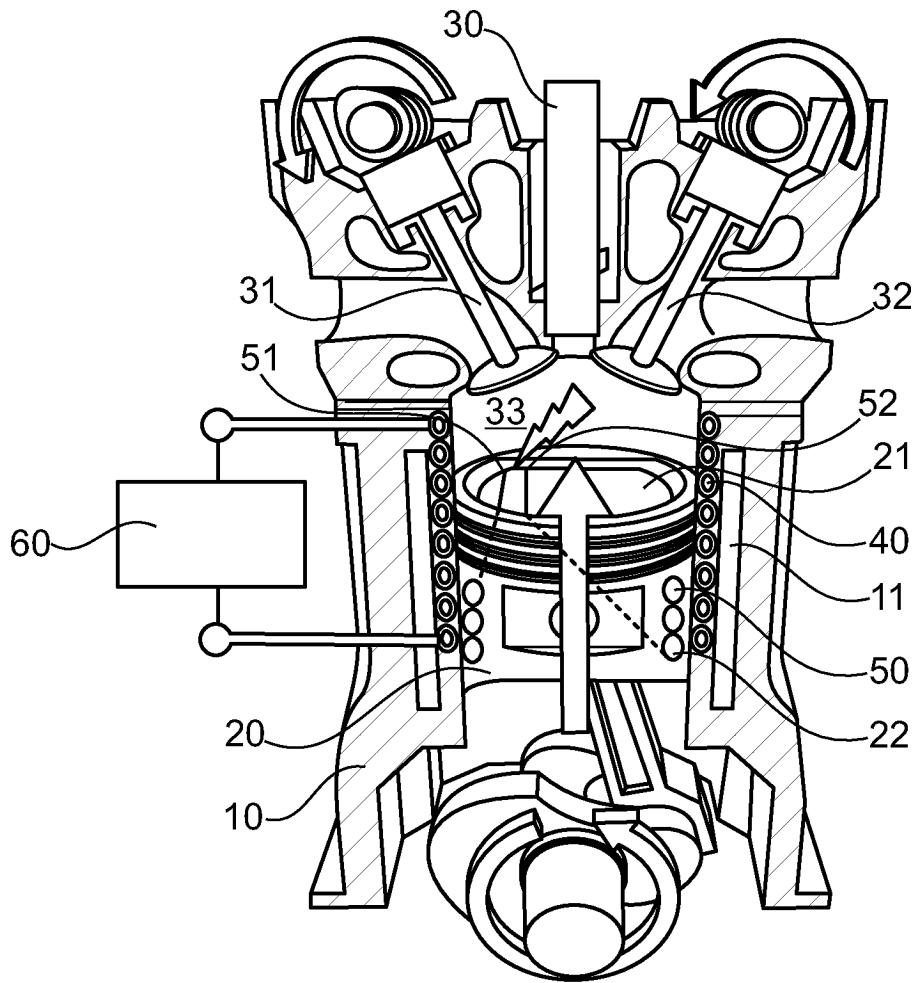


Fig. 1