



(10) **DE 10 2015 211 178 B4** 2018.05.09

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 211 178.4**

(22) Anmeldetag: **18.06.2015**

(43) Offenlegungstag: **22.12.2016**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **09.05.2018**

(51) Int Cl.: **F02D 41/22 (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:
**Schaeffler Technologies AG & Co. KG, 91074
Herzogenaurach, DE**

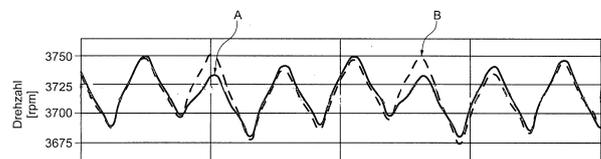
(72) Erfinder:
Winkler, Thomas, 77654 Offenburg, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	41 18 580	C2
DE	10 2009 013 142	A1
DE	10 2011 115 927	A1
WO	2008/ 040 282	A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Erkennung von Zündaussetzern einer Brennkraftmaschine**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Erkennung von Zündaussetzern einer Brennkraftmaschine, wobei eine Kurbelwelle der Brennkraftmaschine in einer Wirkverbindung zu einem Zweimassenschwungrad steht und eine Kurbelwellendrehzahl (n) gemessen wird, die hinsichtlich der Zündaussetzer ausgewertet wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Kurbelwellendrehzahl (n) nur in einem Bereich (D) des Anstiegens von einem Minimum bis zu einem Maximum der Kurbelwellendrehzahl (n) hinsichtlich des Zündaussetzers überwacht wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur mit den Merkmalen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] In einem Antriebsstrang eines Fahrzeuges sind Anordnungen bekannt, bei denen eine Brennkraftmaschine mittels eines Motormanagements gesteuert wird. Bei Anordnungen dieser Art sind sogenannte Zündaussetzer nicht auszuschließen. Aufgrund eines Zündaussetzers bricht die Motordrehzahl der Brennkraftmaschine teilweise spürbar ein, was eine negative Auswirkung auf die Laufruhe der Brennkraftmaschine hat.

[0003] Die Detektion von Zündaussetzern kann über eine Messung des Zylinderdruckes erfolgen. Eine weitere Möglichkeit ist eine Ionenstrommessung im Zylinder. Derartige Detektionsmethoden sind sehr aufwändig, weshalb alternativ häufig auf eine Messung einer Kurbelwellengeschwindigkeit mittels eines Drehzahlsensors an der Kurbelwelle zurückgegriffen wird. Bei einem Zündaussetzer ändert sich die Drehzahl der Kurbelwelle signifikant.

[0004] Aus der WO 2008/ 040 282 A1 ist ein Antriebsstrang bekannt, welcher mit einer Antriebswelle und einem mit dieser in Wirkverbindung stehenden und von dieser angetriebenen Element gesteuert wird, wo zumindest ein Zustandswert des angetriebenen Elementes im Steuergerät eingelesen wird und aus dem einen Zustandswert ein in dem Verbrennungsmotor indiziertes Moment berechnet wird. Als Zustandswert wird dabei die Kurbelwellendrehzahl gemessen.

[0005] Die DE 10 2009 013 142 A1 offenbart ein Verfahren zur Unterscheidung von durch Zündaussetzer oder Antriebsstrangschwingungen bewirkter Laufunruhe eine Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine, wobei die Drehzahl der Kurbelwelle ausgewertet wird. Die DE 10 2011 115 927 A1 offenbart ein Verfahren zum Erkennen von Drehzahlschwankungen einer Antriebseinheit, die mit einem Zweimassenschwungrad ausgestattet ist. Dabei wird die Drehzahl der Antriebseinheit überwacht und aus dem Drehzahlverlauf werden lokale Amplituden gebildet und ausgewertet. Das lokale Schwingungsmuster der Ist-Drehzahl der Brennkraftmaschine wird mit einem Muster von Drehzahlschwankungen verglichen, um kritische Drehzahlsituationen der Brennkraftmaschine zu erkennen. Die DE 41 18 580 C2 offenbart ein Verfahren, wonach Luftunruhwerte analysiert werden, um daraufhin auf Verbrennungsaussetzer in einzelnen Zylindern zu schließen.

[0006] Ist an der Kurbelwelle beispielsweise ein Getriebebauteil, wie ein Zweimassenschwungrad angebracht, so werden zeitlich abhängig dynamische

Rückmomente in die Kurbelwelle eingeleitet. Die Detektion des Zündaussetzers auf Basis der Kurbelwellendrehzahl ist somit stör anfällig in Kombination mit einem Zweimassenschwungrad. Da das Zweimassenschwungrad ein hoch nicht-lineares Verhalten aufweist, kann es unter bestimmten Bedingungen zu niederfrequenten Schwingungen kommen, die durch das Zweimassenschwungrad hervorgerufen werden. Diese niederfrequenten Schwingungen können als Zündaussetzer fehlinterpretiert werden.

[0007] Es ist ein Verfahren bekannt, bei welchem Segmentzeiten zur Ermittlung der Zündaussetzer verwendet werden. Dabei werden Zeiten ermittelt, die die Kurbelwelle benötigt, um einen gewissen Winkel zurückzulegen. Meistens ist das Winkelsegment $720^\circ / \text{Anzahl der Zylinder}$ groß. Die unterschiedlichen Segmentzeiten werden verglichen. Tritt ein Zündaussetzer auf, so dauert es länger, bis die Kurbelwelle das Winkelsegment zurückgelegt hat, was auf einen Zündaussetzer hindeutet.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Erkennung von Zündaussetzern anzugeben, welches einfach durchzuführen ist und trotzdem eine zuverlässige Detektion der Zündaussetzer ermöglicht.

[0009] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 gelöst. Ein Detektionssignal, welches durch die Überwachung der Amplitude der Drehzahl generiert wird, ist bei einem realen Zündaussetzer deutlich stabiler und unterliegt deutlich weniger Schwankungen als ein Detektionssignal, welches auf der Basis mittlerer Drehzahlen bzw. Segmentzeiten erfolgt. Trotz der nicht-linearen Eigenschaften des Zweimassenschwungrades wird eine hohe Erkennungssicherheit der Zündaussetzer gewährleistet, wobei keine weiteren Kosten auf der Hardwareseite zur Durchführung des Verfahrens verursacht werden.

[0010] Es wird also die Kurbelwellendrehzahl in einem Bereich des Ansteigens von einem Minimum bis zu einem Maximum der Kurbelwellendrehzahl hinsichtlich des Zündaussetzers überwacht. Bewegt man sich von dem Minimum zum Maximum der Kurbelwellendrehzahl, so befindet sich der relative Verdrehwinkel des Zweimassenschwungrades im negativen Bereich des mittleren Verdrehwinkels, welches dem Schubbereich der Brennkraftmaschine entspricht. Bei kleinen Lasten, bei denen das Problem der niederfrequenten Schwingungen auftritt, ist somit in diesem Schubbereich das Moment des Zweimassenschwungrades vernachlässigbar, so dass in diesem Bereich kein Einfluss des Zweimassenschwungrades auf die Drehzahlamplitude besteht. Deshalb bietet es sich an, insbesondere in diesem Bereich das Drehzahlsignal auf Auftreten von Zündaussetzern zu untersuchen.

[0011] In einer Weiterbildung ist bei Auftreten des Zündaussetzers die Amplitude der Kurbelwellendrehzahl kleiner als bei einer stattfindenden Verbrennung, so dass mittels dieser Auswertung Zündaussetzer zuverlässig erkannt werden können.

[0012] In einer Variante wird auf einen Zündaussetzer erkannt, wenn die Amplituden der Kurbelwellendrehzahl in aufeinanderfolgenden Messzyklen schwanken, während bei annähernd konstanter Amplitude in aufeinanderfolgenden Messzyklen auf eine zündaussetzerfreie Kurbelwellendrehzahl geschlossen wird. Dieses Amplitudenverhalten sichert eine zuverlässige Erkennung des Zündaussetzers.

[0013] Die Erfindung lässt zahlreiche Ausführungsformen zu. Eine davon soll anhand der in der Zeichnung dargestellten Figuren näher erläutert werden.

[0014] Es zeigen:

Fig. 1 eine Darstellung eines Drehzahlsignals der Kurbelwelle,

Fig. 2 eine Darstellung einer amplitudenbasierten Drehzahlauswertung über der Zeit.

[0015] **Fig. 1** zeigt eine Darstellung eines Drehzahlverlaufes einer Kurbelwelle über der Zeit, wobei die Kurve A das Drehzahlsignal mit Zündaussetzern und die Kurve B das Drehzahlsignal ohne Zündaussetzer wiedergibt. Wie zu erkennen, ist eine Unterscheidung dieser beiden Drehzahlsignale hinsichtlich Zündaussetzern nur schwierig möglich.

[0016] Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zur amplitudenbasierten Erkennung von Zündaussetzern soll im Zusammenhang mit **Fig. 2** erläutert werden. In **Fig. 2a** ist die Drehzahl n der Kurbelwelle über der Zeit t dargestellt. **Fig. 2b** zeigt den Verdrehwinkel φ des Zweimassenschwungrades über der Zeit t , während **Fig. 2c** ein Moment M des Zweimassenschwungrades über der Zeit t verdeutlicht.

[0017] In dem Bereich D, welcher in allen **Fig. 2a** bis **Fig. 2c** gekennzeichnet ist, wird die Auswertung einer Amplitude der Kurbelwellendrehzahl n in einem Bereich einer steigenden Drehzahlamplitude durchgeführt (**Fig. 2a**). Der Auswertebereich der Amplitude der Kurbelwellendrehzahl n erstreckt sich dabei von einem Minimum bis zu einem Maximum der Kurbelwellendrehzahl n . Das Maximum der Kurbelwellendrehzahl n tritt dabei bei einem Nulldurchgang des Verdrehwinkels φ des Zweimassenschwungrades auf, was aus **Fig. 2b** zu erkennen ist. Dieser um 90° zur Kurbelwellendrehzahl n verschobene Verdrehwinkel φ des Zweimassenschwungrades bewirkt ein Moment M des Zweimassenschwungrades, welches im Bereich D gemittelt null beträgt (**Fig. 2c**). Dies hat zur Folge, dass im Bereich D des Dreh-

zahlsignales keine bzw. nur ein geringer Einfluss des Momentes M des Zweimassenschwungrades bei der Verwendung von geringen Lasten zwischen dem Minimum und dem Maximum der Kurbelwellendrehzahl n auftritt. Daraus kann zuverlässig geschlossen werden, dass bei einer Messung in diesem Bereich D die steigende Amplitude der Kurbelwellendrehzahl zwischen dem Minimum und dem Maximum der Kurbelwellendrehzahl n hauptsächlich vom Moment der Brennkraftmaschine abhängt, da die Drehzahlamplitude, die sich vom Minimum bis zum Maximum erstreckt, lediglich vom Energieeintrag der Brennkraftmaschine abhängt. Dadurch ist eine genaue Unterscheidung zwischen einem Zündaussetzer und einer normalen Verbrennung in dem Bereich D möglich.

[0018] Falls keine Verbrennung stattfindet, ist die Amplitude der Kurbelwellendrehzahl n kleiner als bei stattfindender Verbrennung. Niederfrequente Schwingungen durch das Zweimassenschwungrad beeinflussen in diesem Bereich die Drehzahlamplitude nicht, weshalb bei einer Messung in diesem Bereich klar zwischen einem realen Zündaussetzer und niederfrequenten Schwingungen, die von dem Zweimassenschwungrad verursacht werden, unterschieden werden kann. Die Erkennungssicherheit steigt dabei deutlich.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung von Zündaussetzern einer Brennkraftmaschine, wobei eine Kurbelwelle der Brennkraftmaschine in einer Wirkverbindung zu einem Zweimassenschwungrad steht und eine Kurbelwellendrehzahl (n) gemessen wird, die hinsichtlich der Zündaussetzer ausgewertet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kurbelwellendrehzahl (n) nur in einem Bereich (D) des Anstiegs von einem Minimum bis zu einem Maximum der Kurbelwellendrehzahl (n) hinsichtlich des Zündaussetzers überwacht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Auftreten des Zündaussetzers die Kurbelwellendrehzahl (n) kleiner ist als bei einer stattfindenden Verbrennung.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf einen Zündaussetzer erkannt wird, wenn die Kurbelwellendrehzahl (n) in aufeinanderfolgenden Messzyklen (D) schwankt, während bei annähernd konstanter Kurbelwellendrehzahl (n) in aufeinanderfolgenden Messzyklen (D) auf eine zündaussetzerfreie Kurbelwellendrehzahl (n) geschlossen wird.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

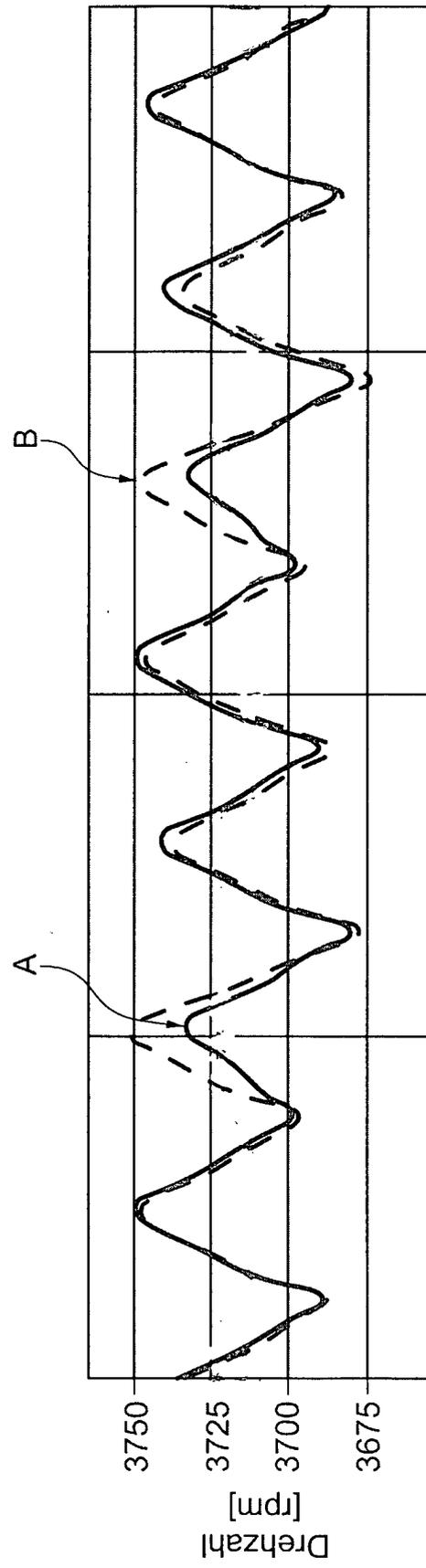


Fig. 1

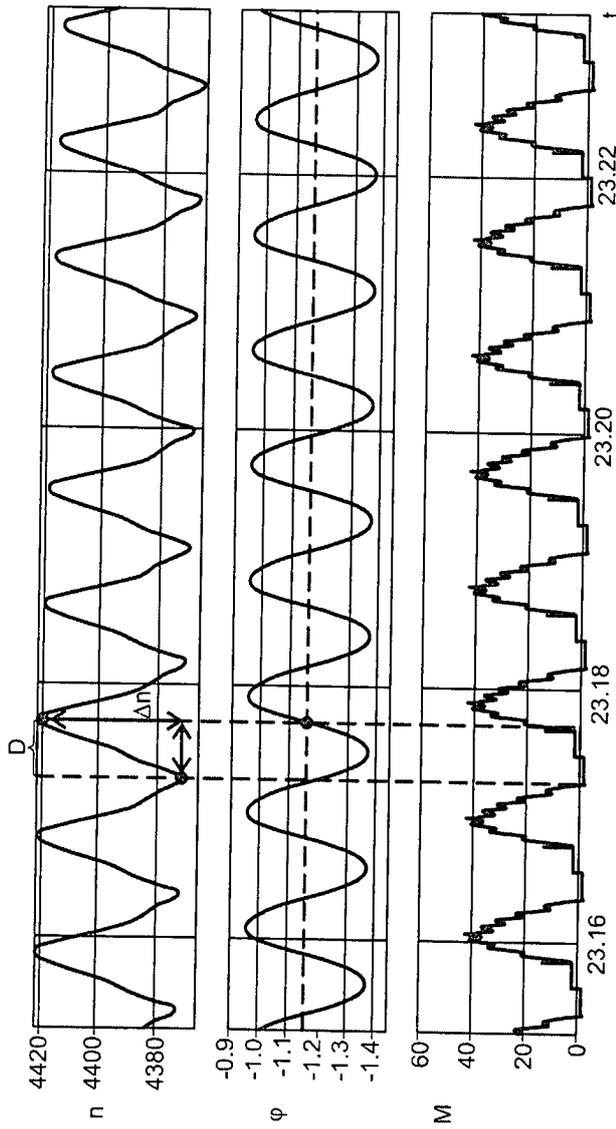


Fig. 2a

Fig. 2b

Fig. 2c

Fig. 2