



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 59 778 B4 2005.04.28**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **102 59 778.2**
 (22) Anmeldetag: **19.12.2002**
 (43) Offenlegungstag: **08.07.2004**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **28.04.2005**

(51) Int Cl.7: **B25C 1/08**
B25C 1/10, B25C 1/18, B25D 9/11

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:
Hilti AG, Schaan, LI

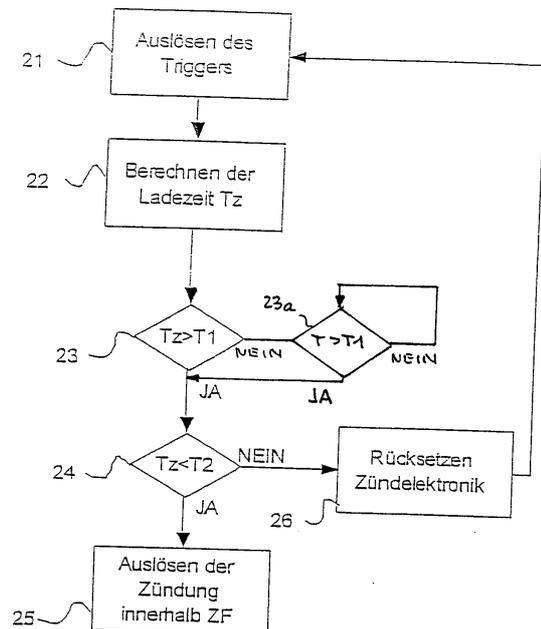
(74) Vertreter:
TER MEER STEINMEISTER & Partner GbR
Patentanwälte, 81679 München

(72) Erfinder:
Granacher, Thomas, Schaan, LI; Büchel, Franz,
Ruggell, LI; Schiestl, Ulrich, Feldkirch, AT;
Thieleke, Joachim, 88142 Wasserburg, DE; Völker,
Lothar, Sax, CH; Hasler, Roland, Vaduz, LI;
Towfighi, Kaveh, 88138 Sigmarszell, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 694 18 402 T2

(54) Bezeichnung: **Brennkraftbetriebenes Arbeitsgerät mit Regelung des Zündzeitpunktes**

(57) Hauptanspruch: Brennkraftbetriebenes Arbeitsgerät, insbesondere Setzgerät für Befestigungselemente, mit einer Brennkammer (1), einem in einem Zylinder (2) geführten Kolben (3) und einer von einer Triggervorrichtung (4) auslösbaren Zündvorrichtung (6) zum Zünden eines der Brennkammer (1) zugeführten Brennstoffs zwecks Antrieb des Kolbens (3), wobei ein frühest möglicher Zündzeitpunkt (T_z) vom Ladezustand einer Batterie (7) des Arbeitsgeräts abhängt, mit einer Steuereinheit (5), die den frühest möglichen Zündzeitpunkt (T_z) ermittelt und eine Zündung des Brennstoffs nur dann auslöst, wenn der aufgrund des Ladezustandes der Batterie (7) frühest mögliche Zündzeitpunkt (T_z) vor einem vorgegebenen oberen Zeitpunkt (T_2) liegt, der eine maximal späteste Zeit definiert, zu der eine Zündung des Brennstoffs gewünscht wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein brennkraftbetriebenes Arbeitsgerät.

[0002] Ein derartiges brennkraftbetriebenes Arbeitsgerät weist üblicherweise eine Brennkammer auf, der ein Brennstoff zugeführt wird. Nach Zündung des Brennstoffs mittels einer Zündvorrichtung brennt dieser explosionsartig ab. Die Explosion des Brennstoffs in der Brennkammer bewirkt einen Antrieb eines Kolbens, der in einem Zylinder geführt wird, welcher mit der Brennkammer in Verbindung steht. Der Spitze des brennkraftbetriebenen Arbeitsgeräts wird ein Befestigungselement zugeführt, welches durch den angetriebenen Kolben beispielsweise in eine Wand hineingetrieben wird. Der Brennstoff kann ein brennbares Gasgemisch sein oder ein Pulver, welches sich etwa in einer Blisterkartusche befindet, die der Brennkammer zugeführt wird. In beiden Fällen kann die Zündung elektrisch erfolgen.

[0003] Es sind brennkraftbetriebene Arbeitsgeräte, insbesondere auch brennkraftbetriebene Bolzensetzgeräte bekannt, bei denen zur Auslösung der Zündung des Brennstoffs eine Triggervorrichtung betätigt werden muss. Diese Triggervorrichtung wird von dem Bediener des brennkraftbetriebenen Arbeitsgerätes bedient. Nachdem die Triggervorrichtung betätigt wurde, wird in einer Steuereinheit ein Zündkondensator aufgeladen, mit dem ein Zündfunke in der Zündvorrichtung erzeugt und dadurch der Brennstoff gezündet wird.

[0004] Bisher sind brennkraftbetriebene Arbeitsgeräte bekannt, bei denen die Auslösung der Zündung erst nach dem Ansprechen eines Sicherheitsmechanismus ermöglicht wird. Dieser Sicherheitsmechanismus ist beispielsweise an der Spitze des Arbeitsgerätes angebracht und wird durch Anpressen des Arbeitsgerätes an eine Oberfläche ausgelöst, so dass erst zu diesem Zeitpunkt eine Zündung sicherheitstechnisch ermöglicht wird. Die Auslösung der Zündung ist weiterhin von einer Versorgungsspannung abhängig, die notwendig ist, um den Zündkondensator aufzuladen. Brennkraftbetriebene Arbeitsgeräte sind typischerweise autonom ausgeführt, das heißt, sie werden mittels einer Batterie versorgt, die die Versorgungsspannung bereitstellt. Die Auslösung der Zündung ist somit vom Ladezustand der Batterie abhängig.

[0005] Bei einem niedrigen Ladezustand der Batterie wird mehr Zeit benötigt, den Zündkondensator aufzuladen, als bei einem hohen Ladezustand der Batterie. Die unterschiedlichen Zündzeitpunkte, die sich aus diesen Ladezuständen der Batterie ergeben, führen dazu, dass die Zündung nicht zu gleichen Endzeitpunkten vorgenommen werden kann.

[0006] Andererseits darf die Zündung aber auch nicht zu früh erfolgen. Wird zum Beispiel mit dem Anpressen des Arbeitsgeräts gegen eine Oberfläche von einer Gaszuführungsvorrichtung ein brennbares Gas der Brennkammer zugeführt, so muss es mit dem Arbeitsgerät zugeführter Luft vermischt werden. Auch dazu bedarf es einer gewissen Zeit. Ist diese Zeit zur Vermischung des Gases mit der Luft zu kurz, steht kein optimales Gasgemisch zur Verfügung. Schlimmstenfalls ist die Vermischung so schlecht, dass das Gas noch nicht entzündet werden kann.

Stand der Technik

[0007] Aus der DE 694 18 402 T2 ist bereits ein brennkraftbetriebenes Arbeitsgerät bekannt, bei dem eine Zündung des Brennstoffs nur möglich ist, wenn eine bestimmte Batteriespannung nicht unterschritten wird, da ansonsten eine Abschaltung des Systems erfolgt.

[0008] Somit ergibt sich durch die Abhängigkeit der Zündzeit von der Versorgungsspannung der Batterie einerseits eine Komforteinbuße für den Bediener, der nicht weiß, ob das Arbeitsgerät schnell oder langsam zündet. Andererseits kann es durch ein zu schnelles Zünden bei einer vollen Batterie zu Problemen kommen, etwa dann, wenn ein Gasgemisch noch nicht optimal durchmischt ist. Ist die Verzögerungszeit zwischen dem Triggerbetätigungszeitpunkt bis zur möglichen Zündung durch die niedrige Spannung zu groß, entsteht eine unangenehme Verzögerung, die den Arbeitsrhythmus empfindlich stört. Außerdem können durch Ausfall des Sicherheitsmechanismus Situationen entstehen, bei denen der Bediener annimmt, eine Zündung ist aufgrund eines technischen Fehlers nicht möglich und deswegen das Arbeitsgerät von der Oberfläche entfernt. Wird aufgrund der sehr langen Ladezeit erst danach gezündet, kann es möglicherweise zu schweren Unfällen kommen.

Aufgabenstellung

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein brennkraftbetriebenes Arbeitsgerät der eingangs genannten Art zu schaffen, das sicherer betrieben werden kann.

[0010] Die Lösung der gestellten Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

[0011] Das erfindungsgemäße brennkraftbetriebene Arbeitsgerät weist eine Steuereinheit auf, mittels derer der frühest mögliche Zündzeitpunkt T_z ermittelbar ist. Der frühest mögliche Zündzeitpunkt T_z ergibt sich dabei aus der Kapazität des eingesetzten Zündkondensators, einer festen Widerstandskombination, über die der Zündkondensator aufgeladen wird, und

der variablen Batteriespannung. Somit lässt sich durch Zuführung bzw. Speicherung der entsprechenden Werte der frühest mögliche Zündzeitpunkt T_z in der Steuereinheit ermitteln, zu dem der Brennstoff gezündet werden könnte. Dabei wird die Zündung nur dann vorgenommen, wenn ein vorgegebener oberer Zeitpunkt T_2 nicht überschritten wird. Dieser obere Zeitpunkt T_2 definiert die maximal späteste Zeit, zu der eine Zündung des Brennstoffs gewünscht wird, um einen einheitlichen Arbeitsrhythmus bei der Bedienung des Geräts sicherzustellen.

[0012] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird nach der Ermittlung des frühest möglichen Zündzeitpunktes T_z erst dann die Zündung des Brennstoffs ausgelöst, wenn ein vorgegebener unterer Zeitpunkt T_1 überschritten ist. Im Falle eines brennbaren Gasgemisches definiert dieser vorgegebene untere Zeitpunkt T_1 damit die untere Zeitgrenze, die überschritten sein muss, um einerseits eine ausreichende Vermischung des Gases mit der Luft sicherzustellen. Andererseits wird durch dieses Verstreichenlassen des unteren Zeitpunktes T_1 sichergestellt, dass der Bediener nicht von einer vorzeitigen oder schnellen Auslösung der Zündung überrascht wird, wenn ihm nicht bewusst ist, dass die Batterie über ihre maximale Spannung verfügt und somit eine sehr kurze Ladezeit realisieren kann.

[0013] Ist die Ladezeit so lang, dass ein möglicher Zündzeitpunkt zeitlich hinter dem oberen Zeitpunkt T_2 liegt, wird ein Auslösen der Zündung von der Steuereinheit gänzlich verhindert. Dies kann dadurch erfolgen, dass die Zündelektronik in der Steuereinheit zurückgesetzt wird. Eine Zündung ist somit bei schon zu stark entladener Batterie nicht mehr möglich. Erst nachdem eine neue Batterie eingesetzt ist oder aufgeladen wurde und eine kürzere Ladezeit erreicht werden kann, ist eine erneute Zündung möglich.

[0014] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist das brennkraftbetriebene Arbeitsgerät eine Anzeigeeinheit auf, die bei Überschreiten des oberen Zeitpunktes T_2 anzeigt, dass der Ladezustand der Batterie zu niedrig ist, um eine Zündung zu ermöglichen. Die Anzeigeeinheit kann entweder durch eine Leuchtdiode oder durch eine digitale Anzeige realisiert werden. Dies hat den Vorteil, dass der Bediener darüber informiert wird, dass ein Ausbleiben der Zündung nicht auf einen anderen technischen Defekt zurückgeführt werden muß.

[0015] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird bei einem ermittelten frühest möglichen Zündpunkt T_z , der größer als der untere Zeitpunkt T_1 und kleiner als der obere Zeitpunkt T_2 ist, eine Zündung des Brennstoffs nur in einem definierbaren Zündzeitfenster ausgelöst. Dieses definierbare Zündzeitfenster liegt innerhalb der Zeitgrenzen T_1 und T_2 und ist je nach Anwendung so eng definierbar, dass

dem Bediener keine unterschiedlichen Zündzeitpunkte bewußt werden können. Dieses Zündzeitfenster weist einen Anfangszeitpunkt T_{FA} und einen Endzeitpunkt T_{FE} auf. Dabei können das Zündzeitfenster und damit auch der Endzeitpunkt T_{FE} mit dem oberen Zeitpunkt T_2 übereinstimmen.

[0016] Nach einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Auslösung der Zündung erst nach Ablauf einer Sicherheitszeit T_s möglich. Diese Sicherheitszeit T_s erlaubt dem Bediener die Einnahme einer festen eigenen Position. Andererseits ist eine Zündung auch nur so lange auslösbar, wie der Sicherheitsmechanismus im Kopfstück des brennkraftbetriebenen Arbeitsgerätes ausgelöst ist. Dieser Sicherheitsmechanismus kann nur durch ein Anpressen der Spitze des brennkraftbetriebenen Arbeitsgerätes an eine Oberfläche ausgelöst werden.

Ausführungsbeispiel

[0017] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben.

[0018] Es zeigen:

[0019] Fig. 1: Einen Achsialschnitt durch ein brennkraftbetriebenes Arbeitsgerät;

[0020] Fig. 2: einen Ablaufplan vom Auslösen der Triggervorrichtung bis zum Auslösen der Zündung; und

[0021] Fig. 3: ein Zeitschema mit der Darstellung einzelner Zeitpunkte.

[0022] Fig. 1 zeigt ein brennkraftbetriebenes Arbeitsgerät in einer Schnittdarstellung. Das brennkraftbetriebene Arbeitsgerät umfaßt eine Brennkammer **1** zur Aufnahme eines brennbaren Gasgemisches und einen Zylinder **2**, in dem ein Kolben **3** geführt wird. Bei Betätigung einer Triggervorrichtung **4** wird über eine Steuereinheit **5** eine Zündvorrichtung **6** aufgeladen, um in der Brennkammer **1** einen Zündfunken zu erzeugen. Die Steuereinheit **5** wird von einer Batterie **7** mit der erforderlichen Versorgungsspannung versorgt. An der Spitze des brennkraftbetriebenen Arbeitsgerätes ist ein Sicherheitsmechanismus **8** angeordnet, der erst beim Andrücken des Arbeitsgerätes mit seiner Spitze gegen eine Oberfläche betätigt wird und somit die Zündung ermöglicht.

[0023] Fig. 2 zeigt ein Ablaufdiagramm zur Steuerung dieses brennkraftbetriebenen Arbeitsgerätes. Zunächst wird das Arbeitsgerät mit seiner Spitze gegen eine Oberfläche gedrückt, wobei die Triggervorrichtung **4** gleichzeitig oder danach betätigt wird. Bei oder nach Ablauf einer in Fig. 3 dargestellten Sicherheitszeit T_s wird dann die Triggervorrichtung **4** in

Schritt **21** freigegeben beziehungsweise ausgelöst, um ein Triggersignal zu erzeugen. In Schritt **22** wird von der Steuereinheit **5** bei Empfang des Triggersignals der frühest mögliche Zündzeitpunkt T_z berechnet, also die Ladezeit, die notwendig ist, um einen zur Zündvorrichtung **6** gehörenden Zündkondensator zwecks Erzeugung eines Zündfunken aufzuladen. Diese Ladezeit läßt sich in der Steuereinheit **5** einfach berechnen, da die Kapazität des Zündkondensators bekannt ist. Ebenso sind die mit ihm verbundenen Widerstandsanordnungen mit ihren Werten bekannt. Die einzige variable Größe bei der Berechnung der Ladezeit ist die Versorgungsspannung der Batterie **7**.

[0024] Nachdem der frühestmögliche Zündzeitpunkt T_z in Schritt **22** berechnet wurde, wird in einem nächsten Schritt **23** überprüft, ob er nach einem ersten unteren Zeitpunkt T_1 liegt. Dieser untere Zeitpunkt T_1 definiert dabei den frühest möglichen Zeitpunkt, bei dem das Gasgemisch ausreichend durchmischt ist und gezündet werden könnte. Ist dieser untere Zeitpunkt T_1 noch nicht überschritten, wird in einer Warteschleife **23a** abgewartet, bis dies geschehen ist. Hier wird abgefragt, ob die aktuelle bzw. Systemzeit T größer als der untere Zeitpunkt T_1 ist. Falls NEIN, wird gewartet. Falls JA, geht es zu Schritt **24**. Nachdem dieser untere Zeitpunkt T_1 überschritten wurde, wird in einem nächsten Schritt **24** abgefragt, ob T_z kleiner als ein oberer Zeitpunkt T_2 ist. Ist T_z größer als der obere Zeitpunkt T_2 , wird die Zündvorrichtung **6** zurückgesetzt und es ist kein Auslösen der Zündung mehr möglich.

[0025] In einem derartigen Fall wird bei Vorhandensein einer Anzeigeeinheit **9** diese in einen Zustand versetzt, der dem Bediener vermittelt, dass die Batterie **7** gewechselt beziehungsweise aufgeladen werden muß.

[0026] Ist dagegen in Schritt **24** T_z kleiner als der obere Zeitpunkt T_2 , wird in einem Schritt **25** die Zündung ausgelöst. Dabei wird die Zündung vorzugsweise innerhalb eines Zündzeitfensters ZF ausgelöst, welches vom Bediener beziehungsweise vom Hersteller eingestellt werden kann. Das Zündzeitfenster ZF kann in einem extremen Fall eine Anfangszeit haben, die deckungsgleich mit dem unteren Zeitpunkt T_1 ist und eine Endzeit aufweisen, die deckungsgleich mit dem oberen Zeitpunkt T_2 ist. In einem anderen Extremfall kann das Zündzeitfenster ZF aber auch sehr schmal gewählt werden, so dass der Zündzeitpunkt jetzt völlig vom Ladezustand der Batterie **7** entkoppelt ist und immer nur in einem Bereich von z.B. 2 bis 3 ms, beginnend nach einem definierten Zeitabstand vom Auslösen der Triggervorrichtung **4** gezündet werden kann.

[0027] In Fig. 3 ist ein Zeitstrahl dargestellt. Zum Zeitpunkt **0** wird das Arbeitsgerät mit seiner Spitze

gegen eine Oberfläche gedrückt und z. B. gleichzeitig die Triggervorrichtung **4** vom Bediener betätigt. Nach Ablauf einer ersten Sicherheitszeit T_s , hier 12 ms nach dem Andrücken des Arbeitsgeräts gegen die Oberfläche, wird die Triggervorrichtung **4** mechanisch freigegeben beziehungsweise ausgelöst. Jetzt wird das Triggersignal für die Aufladung des Zündkondensators erzeugt. Bei einer Batterieerlaufspannung von 3,5 Volt ist beispielsweise eine frühest mögliche Zündung nach 38 ms nach dem Andrücken des Arbeitsgeräts möglich. Wenn die Batterie **7** einen niedrigeren Ladezustand aufweist, mit einer beispielsweise Leerlaufspannung von 2,6 Volt, ergibt sich eine Ladezeit von 78 ms. Das heißt erst nach 78 ms wäre der Zündkondensator ausreichend aufgeladen, um einen Zündfunken zu erzeugen. Vor dem unteren Zeitpunkt T_1 darf keine Zündung möglich sein, da zu diesem Zeitpunkt das Gasgemisch noch nicht ausreichend durchmischt sein kann oder der Bediener noch nicht mit einer Zündung rechnet. Nach dem oberen Zeitpunkt T_2 darf auch keine Zündung mehr möglich sein, da der Bediener nicht mehr damit rechnet, dass noch gezündet werden kann beziehungsweise der Arbeitsrhythmus sonst durch die lange Ladezeit erheblich gestört wird. Liegt die ermittelte Ladezeit innerhalb der Zeitgrenzen von T_1 und T_2 , wird von der Steuereinheit **5** eine Zündung innerhalb des Zündzeitfensters ZF ausgelöst. Dieses Zündzeitfenster ZF ist in Fig. 3 im Bereich von 60 bis 62 ms nach dem Andrücken des Arbeitsgeräts gegen die Oberfläche definiert. Das Zündzeitfenster ZF kann variabel innerhalb dieses Bereiches zwischen T_1 und T_2 verschoben werden. Vorteil dieses Zündzeitfensters ZF ist, dass die Zündung immer zum gleichen Zeitpunkt nach Andrücken des Arbeitsgeräts gegen die Oberfläche ausgelöst wird, unabhängig davon, welchen Ladezustand die Batterie **7** aufweist. Natürlich könnte das Triggersignal auch nach Ablauf der Sicherheitszeit T_s erzeugt werden, wenn erst dann die Triggervorrichtung **4** betätigt wird.

[0028] Ist der Ladezustand zu niedrig, wird überhaupt keine Zündung mehr ermöglicht, so lange, bis die Batterie **7** ersetzt oder aufgeladen wurde.

Patentansprüche

1. Brennkraftbetriebenes Arbeitsgerät, insbesondere Setzgerät für Befestigungselemente, mit einer Brennkammer (1), einem in einem Zylinder (2) geführten Kolben (3) und einer von einer Triggervorrichtung (4) auslösbaren Zündvorrichtung (6) zum Zünden eines der Brennkammer (1) zugeführten Brennstoffs zwecks Antrieb des Kolbens (3), wobei ein frühest möglicher Zündzeitpunkt (T_z) vom Ladezustand einer Batterie (7) des Arbeitsgeräts abhängt, mit einer Steuereinheit (5), die den frühest möglichen Zündzeitpunkt (T_z) ermittelt und eine Zündung des Brennstoffs nur dann auslöst, wenn der aufgrund des Ladezustandes der Batterie (7) frühest mögliche

Zündzeitpunkt (T_z) vor einem vorgegebenen oberen Zeitpunkt (T_2) liegt, der eine maximal späteste Zeit definiert, zu der eine Zündung des Brennstoffs gewünscht wird.

2. Brennkraftbetriebenes Arbeitsgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (5) erst dann eine Zündung des Brennstoffs auslöst, wenn ein vorgegebener unterer Zeitpunkt (T_1) überschritten ist.

3. Brennkraftbetriebenes Arbeitsgerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass es eine Anzeigeeinheit (9) aufweist, die die Notwendigkeit eines Batteriewechsels anzeigt, wenn der ermittelte frühest mögliche Zündzeitpunkt (T_z) nach dem oberen Zeitpunkt (T_2) liegt.

4. Brennkraftbetriebenes Arbeitsgerät nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Zündung des Brennstoffs durch die Steuereinheit (5) in einem definierten Zündzeitfenster (ZF) auslösbar ist, das zwischen dem unteren Zeitpunkt (T_1) und dem oberen Zeitpunkt (T_2) liegt.

5. Brennkraftbetriebenes Arbeitsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Zündung erst nach einer ersten Sicherheitszeit (T_s) und nur solange auslösbar ist, wie ein Sicherheitsmechanismus (8) ein Anpressen des brennkraftbetriebenen Arbeitsgerätes an eine Oberfläche signalisiert.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

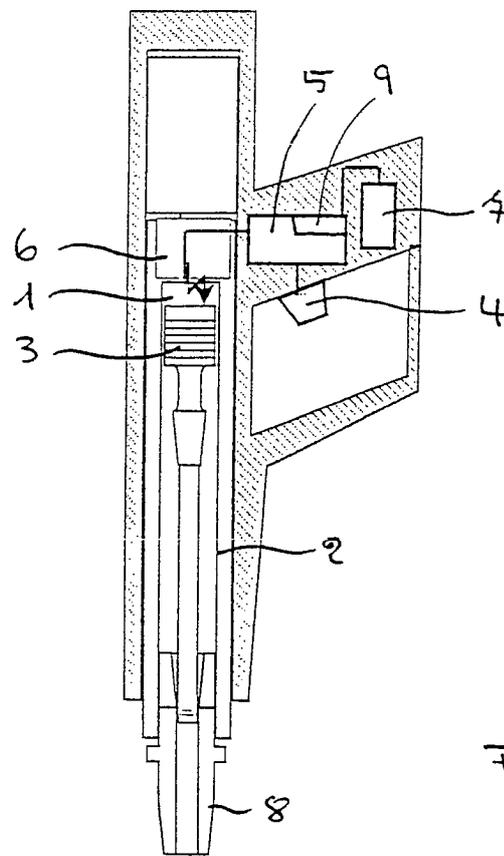


Fig. 1

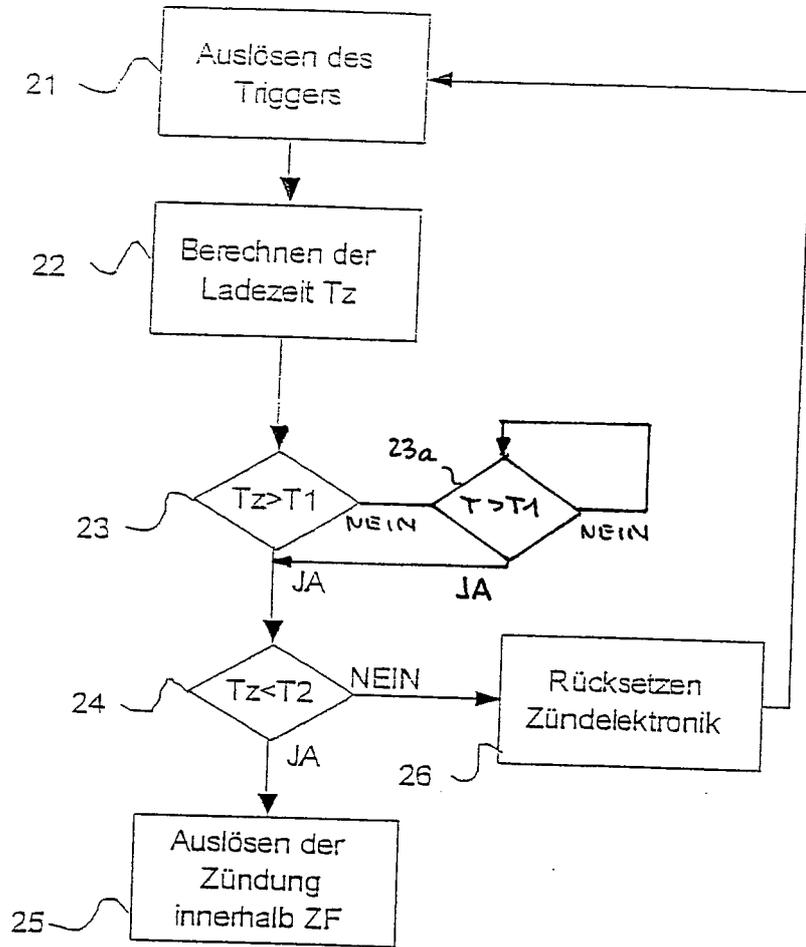


Fig. 2

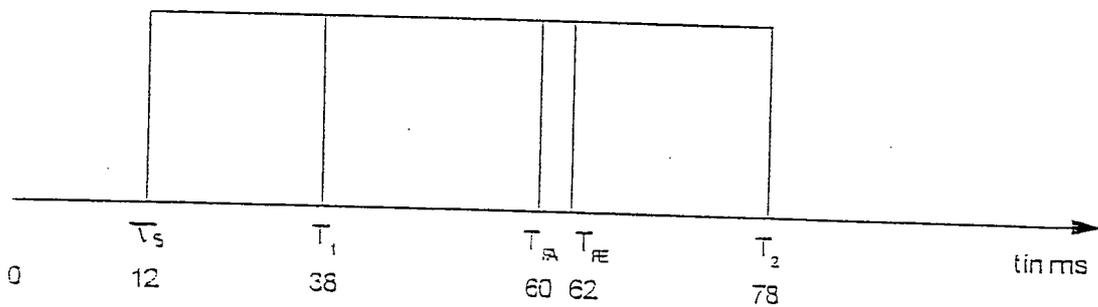


Fig. 3