(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 274 965 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
28.02.2007 Patentblatt 2007/09

(21) Anmeldenummer: **01938110.2**

(22) Anmeldetag: **12.04.2001**

(51) Int Cl.:
F41A 17/06 *(2006.01)* ***F42B 5/08*** *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2001/004216

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2001/079777 (25.10.2001 Gazette 2001/43)

(54) **ELEKTRONISCHE SICHERUNGSVORRICHTUNG EINER SCHUSSWAFFE UND ZUGEHÖRENDE ELEKTRONISCH KODIERTE MUNITION**

ELECTRONIC SECURITY DEVICE FOR A FIREARM AND ASSOCIATED ELECTRONICALLY CODED AMMUNITION

DISPOSITIF DE SECURITE ELECTRONIQUE D'UNE ARME A FEU ET MUNITION ELECTRONIQUEMENT CODEE ASSOCIEE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB IT LI

(30) Priorität: **13.04.2000 DE 10018369**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.01.2003 Patentblatt 2003/03

(73) Patentinhaber:
- **Infineon Technologies AG**
  81669 München (DE)
- **Brosow, Joergen**
  5322 Hof (AT)

(72) Erfinder: **BROSOW, Joergen**
A-5322 Hof (AT)

(74) Vertreter: **Leinweber & Zimmermann**
Rosental 7,
II Aufgang
80331 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-00/47942
WO-A-98/04880
DE-A- 19 541 647
GB-A- 1 377 398
US-A- 5 001 962
US-A- 5 212 339
US-A- 5 303 495
US-A- 5 459 957
US-A- 5 461 812
US-A- 5 502 915
US-A- 5 915 936

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 274 965 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Auslösen eines Schusses aus einer Schußwaffe nach dem Oberbegriff von Anspruch 1, sowie auf eine für eine solche schoßwaffe geeignete Munition und eine mit dieser Munition beschießbare Schußwaffe.

[0002] Die weltweiten Bestrebungen zur Verschärfung der Waffengesetzgebungen beleuchten eindrucksvoll das große Gefahrenpotential, das von der Benutzung von Schußwaffen durch Unbefugte ausgeht. Bisherige Sicherungseinrichtungen an Schußwaffen können allenfalls die Gefahr vermindern, daß ein Benutzer durch versehentliche Betätigung des Abzugs der Schußwaffe unbeabsichtigt einen Schuß abgibt. Sie können aber nicht verhindern, daß Unbefugte die Schußwaffe jederzeit betätigen können. Zum einen stellen Schußwaffen wie Pistolen, Revolver oder Gewehre, wenn sie in die Hände von Kindern gelangen, eine sehr große Gefahrenquelle dar. Zum anderen werden Schußwaffen von Verbrechern dazu mißbraucht, andere Personen zu bedrohen, zu verletzen oder gar zu töten. Es kommt sogar nicht selten vor, daß Sicherheitskräfte mit ihrer eigenen Dienstpistole erschossen werden, die ein Verbrecher durch besondere Umstände an sich bringen konnte.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die eine Sicherung der Schußwaffe gegen unbefugte Benutzung ermöglicht. Ferner wird eine diesem Ziel dienende Munition und eine zum Gebrauch dieser Munition geeignete Schußwaffe vorgeschlagen.

[0004] WO 98/04880 offenbart eine Auslösevorrichtung gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1. Der Speicher, in dem der schußwaffenseitige Identifikationskode gespeichert ist, ist fester Bestandteil des in der Waffe angeordneten elektronischen Schaltkreises und mit dessen Mikrocontroller verbunden.

[0005] Die US 5 459 957 A beschreibt Sicherungs- und Sicherheitsmechanismen für eine Feuerwaffe. Diese können nichtflüchtige EPROM-Speicher aufweisen, welche auswechselbar sind.

[0006] Die GB 1 377 398 A beschreibt alle Merkmale des Oberbegriffes des unabhängigen Anspruches 6.

[0007] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe hinsichtlich einer Vorrichtung zum Auslösen eines Schusses der eingangs genannten Art durch eine Weiterbildung nach dem kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 gelöst.

[0008] Bei der erfindungsgemäßen Lösung bleibt die Schußwaffe gegen das Auslösen eines Schusses gesperrt, sofern nicht der Benutzer der Schußwaffe den Transponder bei sich trägt, der nach der Betätigung des Abzugs der Schußwaffe ansprechend auf das von dem Schaltkreis der Schußwaffe ausgesendete Abfragesignal das die Entsperrung der Auslösevorrichtung ermöglichende Antwortsignal zurücksendet. Hierfür .geeignete Transponder sind bekannt. Sie weisen einen Empfänger für das Abfragesignal und einen Sender für das Antwortsignal auf und beziehen die für ihren Betrieb erforderliche elektrische Energie aus dem an sie übertragenen Abfragesignal.

[0009] Der elektronische Schaltkreis und die elektrische Energiequelle werden im Falle von Faustfeuerwaffen vorzugsweise im Griff der Schußwaffe angeordnet. Bei der elektrischen Energiequelle wird es sich in der Regel um eine Batterie handeln. Doch sind in dieser Hinsicht auch andere Ausgestaltungen denkbar. Beispielsweise könnte ein mit dem Abzug mechanisch gekoppelter Wandler als Energiequelle benutzt werden, der die mechanische Bewegung des Abzugs beim Auslösen eines Schusses in elektrische Energie umsetzt.

[0010] Wie im Falle herkömmlicher mechanischer Sicherungseinrichtungen ist auch im vorliegenden Fall die Sicherungseinrichtung normalerweise gesperrt. Hierfür ist also keine elektrische Betriebsenergie erforderlich. Elektrischer Betriebsenergieverbraüch tritt erst dann auf, wenn der Abzug betätigt und durch den Signalaustausch zwischen Schußwaffe und Transponder, beispielsweise mittels eines in der Freigabeeinrichtung vorgesehenen So-lenoids, ein die Sicherungseinrichtung blockierender mechanischer Sperrstift in seine Freigabestellung verlagert wird.

[0011] Es ist vorgesehen, daß der elektronische Schaltkreis der Schußwaffe einen nichtflüchtigen Speicher, in dem ein die Schußwaffe identifizierender Code abgespeichert ist, und die Überprüfungseinrichtung eine Vergleichseinrichtung zum Vergleichen des in dem nichtflüchtigen Speicher abgespeicherten Codes mit dem Informationsinhalt des von dem Transponder übertragenen Antwortsignals aufweist. Der in den nichtflüchtigen Speicher eingespeicherte Code individualisiert die Schußwaffe. Sie kann daher nur noch von Besitzern eines Transponders benutzt werden, dessen Antwortsignal mit dem eingespeicherten Code in einer Beziehung steht, die von der Vergleichseinrichtung zur Freigabe der Auslösevorrichtung akzeptiert wird.

[0012] Weiter ist vorgesehen, daß der nichtflüchtige Speicher auswechselbar ist und die übrigen Teile des elektronischen Schaltkreises fest mit der Schußwaffe verbunden sind. Der die Waffe individualisierende nichtflüchtige Speicher wird dabei beispielsweise auf einem Träger angeordnet, der in eine entsprechende Ausnehmung des Magazins der Schußwaffe eingelegt wird. Beim Einschieben des Magazins in die Schußwaffe wird er mit dem Schaltkreis kontaktiert und individualisiert dadurch die im übrigen in ihrem Aufbau mit allen anderen Schußwaffen derselben Bauart übereinstimmende Waffe.

[0013] In diesem Zusammenhang besteht eine zweckmäßige Weiterbildung darin, daß in dem nichtflüchtigen Speicher zusätzlich ein eine Waffenbenutzungserlaubnis darstellender Code abgespeichert ist, der von der Vergleichseinrichtung mit dem Informationsinhalt des von dem Transponder übertragenen Antwortsignals verglichen wird. Der die Waffenbenutzungserlaubnis darstellende Code ermöglicht nach Art einer Lizenznummer eine Individualisierung der zur Benutzung dieser Waffe

berechtigten Personen. Dabei können mehrere Codes für mehrere Personen abgespeichert werden, was zur Folge hat, daß diese Waffe von der Gruppe der mehreren Personen benutzt werden kann. Trotzdem hat jede Person ihren eigenen Transponder, der nur ein dem für diese Person geltenden Code entsprechendes Antwortsignal überträgt. In diesem Fall durchläuft die Vergleichseinrichtung bei der Betätigung des Abzugs alle die verschiedenen Benutzungserlaubnisse darstellenden Codes so lange, bis ein gültiger Code gefunden worden ist. Nur in diesem Fall wird die Auslösevorrichtung entsperrt. Andernfalls bleibt sie gesperrt.

[0014] Im Rahmen der Erfindung ist ferner vorgesehen, daß der elektronische Schaltkreis der Schußwaffe eine Echtzeituhr, einen nichtflüchtigen Speicher und eine Speicherschreibeinrichtung aufweist, durch die Uhrzeit und Datum jeder Betätigung der Vorrichtung in den nichtflüchtigen Speicher eingeschrieben wird. Diese Ausgestaltung, die allerdings eine permanente elektrische Energieversorgung für die Echtzeituhr voraussetzt, erlaubt die Protokollierung aller Waffenbetätigungen. Hierdurch wird ein äußerst wirksames Mittel zur kriminalistischen oder sonstigen Überprüfung des Einsatzes der Waffe geschaffen. Um Fälschungen der Zeit- und Datumsangaben zu unterbinden, muß dafür gesorgt werden, daß die Stromversorgung für die Echtzeituhr jedenfalls nicht unbemerkt unterbrochen werden kann. Zu diesem Zweck läßt sich der elektronische Schaltkreis mit einer Funktion versehen, die bei einer Stromunterbrechung für die Echtzeituhr die Waffe permanent sperrt. Eine Behebung dieser permanenten Sperre ist dann mit praktisch möglichem Aufwand nur noch durch den Hersteller möglich.

[0015] Der elektronische Schaltkreis der Schußwaffe wird vorzugsweise in der Form eines nach dem Stand der Technik bekannten Mikrochips ausgebildet sein. Vorteilhaft ist diese Ausbildung als Mikrochip in einer Weiterbildung der Vorrichtung vor allem aber auch für den Transponder. In dieser Weiterbildung der Vorrichtung ist der Transponder als Chip ausgebildet und in einen vom Benutzer der Schußwaffe am Körper zu tragenden Gegenstand integriert.

[0016] Dieser Gegenstand kann vielfältige Ausgestaltungen erfahren, die ein unauffälliges Tragen oder auch ein weitgehend unverlierbares Tragen am Körper ermöglichen. Beispielsweise könnte der Transponderchip in einen flachen Träger nach Art einer bekannten Chipkarte eingesetzt sein, die der Benutzer in einer Tasche seiner Kleidung trägt. Eine besonders zweckmäßige Ausgestaltung, die den Vorteil einer kleinen Übertragungsstrecke zwischen Transponder und Schußwaffe mit sich bringt, besteht darin, daß der Gegenstand ein Fingerring ist. Wird dieser Fingerring an der Schießhand getragen, genügt wegen der kurzen Entfernung beispielsweise eine induktive Übertragung des Abfragesignals und des Antwortsignals.

[0017] Dem Ziel einer erhöhten Waffensicherheit dient auch die Schaffung einer Munition nach Anspruch 6 mit einer Geschoßhülse, einem die Geschoßhülse verschließenden Geschoß, einer in der Geschoßhülse angeordneten Treibladung und einer an der Geschoßhülse vorgesehen Zündvorrichtung für die Treibladung, die sich dadurch auszeichnet, daß die Zündvorrichtung einen elektronischen Schaltkreis mit einer elektrischen Kontaktanordnung, die bei in Abschußposition befindlicher Munition von einer dazu komplementären Kontaktanordnung der Schußwaffe kontaktierbar ist, zur Beaufschlagung mit elektrischer Energie aus der Schußwaffe und einen von dem elektronischen Schaltkreis angesteuerten Wandler aufweist, der einen von dem Schaltkreis ansprechend auf die Energiebeaufschlagung an den Wandler abgegebenen elektrischen Zündenergieimpuls in einen zum Zünden der Treibladung geeigneten Energieimpuls umwandelt.

[0018] Diese Munition kann für bisher bekannte Schußwaffen nicht verwendet werden, da ihre Zündvorrichtung entgegen herkömmlichen Zündhütchen nicht von den Schlagbolzen bekannter Waffen gezündet werden kann. Sofern nur dafür gesorgt wird, daß die künftige Munitionsproduktion vollständig auf die erfindungsgemäße Munition umgestellt wird, werden in kurzer Zeit alle bisherigen Handfeuerwaffen, deren Proliferation mit einer hohen Dunkelziffer behaftet ist, unbenutzbar. Die erfindungsgemäße Munition verlangt die Zuführung elektrischer Zündenergie, die von dem in der Munition vorgesehenen elektronischen Schaltkreis in eine geeignete Signalform zur Ansteuerung des Wandlers umgesetzt wird, welcher die Umwandlung in einen zum Zünden der Treibladung geeigneten Energieimpuls bewirkt. In der Regel wird es sich dabei um einen elektrothermischen Wandler handeln, der eine zum Zünden der Treibladung ausreichende thermische Energiemenge zur Verfügung stellt. Vorzugsweise ist der Wandler eine Laserdiode, die wegen ihres Einmalnutzens bis über ihre Zerstörungsleistung hinaus angesteuert werden kann.

[0019] Darüberhinaus ist vorgesehen, daß der elektronische Schaltkreis der Zündvorrichtung einen nichtflüchtigen Speicher, in dem ein die Art der Munition identifizierender Code abgespeichert und der über die Kontaktanordnung auslesbar ist, aufweist.

[0020] Wird der Identifikationscode ausgelesen, so kann er dazu benutzt werden, die Zulässigkeit der Munition für eine bestimmte Waffe oder auch einen bestimmten Benutzer zu kontrollieren.

[0021] Für die Verwendung dieser Munition wird eine Schußwaffe mit einer eine zur elektrischen Kontaktanordnung der Munition komplementäre Kontaktanordnung und einen Abzug aufweisenden Vorrichtung zum Auslösen eines Schusses derart ausgebildet, daß die Auslösevorrichtung mit einer elektrischen Energiequelle und einem davon gespeisten elektronischen Schaltkreis versehen ist, der ansprechend auf eine Betätigung des Abzugs die komplementäre Kontaktanordnung mit der zum Zünden der Munition erforderlichen elektrischen Energie beaufschlagt.

[0022] Diese Ausgestaltung der Schußwaffe ist zur Ausnutzung der durch den die Art der Munition identifi-

zierenden Code gegebenen Kontrollmöglichkeit derart ausgebildet, daß der elektronische Schaltkreis der Schußwaffe eine Einrichtung zum Auslesen des in dem nichtflüchtigen Speicher des elektronischen Schaltkreises der Munition gespeicherten Identifikationscodes und eine Einrichtung zum Prüfen des Identifikationscodes aufweist, die in Abhängigkeit von der Überprüfung die Energiebeaufschlagung freigibt oder sperrt. Dadurch kann beispielsweise verhindert werden, daß die Waffe mit einer ungeeigneten Munition, die beispielsweise eine gefährliche Laufaufweitung zur Folge haben könnte, beschossen wird.

[0023] Eine zusätzliche Steigerung der Kontrollmöglichkeit wird dadurch erzielt, daß der elektronische Schaltkreis der Schußwaffe einen nichtflüchtigen Speicher aufweist, in den der ausgelesene Identifikationscode der Munition eingespeichert wird. Auf diese Weise kann bei späteren Überprüfungen festgestellt werden, mit welcher Art von Munition die Waffe beschossen worden ist. Die Benutzung unzulässiger Munitionsarten läßt sich dadurch nachträglich feststellen und somit ein vorzeitiger Verschleiß oder dadurch verursachte Unfälle aufdecken.

[0024] Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung und der Zeichnung. Hierin zeigen:

Fig. 1 (a) eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Auslösen eines Schusses aus einer Schußwaffe in drei verschiedenen Phasen, nämlich vor dem Betätigen des Abzugs, bei teilweise durchgezogenem Abzug und bei ganz durchgezogenem Abzug,

Fig. 1 (b) ein Funktionsablaufdiagramm der in Fig. 1 (a) dargestellten Vorrichtung,

Fig. 2 (a) einen schematischen Querschnitt durch eine Patrone,

Fig. 2 (b) eine für die Patrone von Fig. 2 (a) ausgebildete Vorrichtung zum Auslösen eines Schusses, und

Fig. 2 (c) ein Funktionsablaufdiagramm für das Zusammenwirken der Patrone von Fig. 2 (a) mit der Auslösevorrichtung von Fig. 2 (b).

[0025] In Fig. 1 (a) ist links oben schematisch der Umriß einer Pistole 1 im Bereich des zu ihrem Griff weisenden Endes ihres Laufs 2 dargestellt. Innerhalb dieses Umrisses ist schematisch die zum Auslösen eines Schusses dienende Vorrichtung erkennbar. Letztere weist einen Abzug 3, eine daran angelenkte Abzugsstange 4, einen Hahn 5, ein zwischen dem Hahn 5 und dem dem Abzug 3 abgewandten Ende der Abzugsstange 4 angeordnetes Hahnsperrstück 6, das von der Abzugsstange 4 betätigbar ist, einen Schlagbolzen 7 und einen Sicherungshebel 8 für den Schlagbolzen auf. Ein derartiger mechanischer Aufbau der Auslösevorrichtung ist im Stand der Technik weithin bekannt und wird deshalb hier nicht weiter beschrieben. Es ist lediglich darauf hinzuweisen, daß das Hahnsperrstück 6 von der Abzugsstange 4 beim Durchziehen des Abzugs 3 in bekannter Weise derart verschwenkt wird, daß es den unter Federspannung stehenden Hahn 5 freigibt, der dadurch den Schlagbolzen 7 bei entsicherter Stellung des Sicherungshebels 8 gegen das Zündhütchen einer im Lauf 2 befindlichen Patrone 9 schlägt. Dieser Zustand ist in Fig. 1 (a) auf der linken Seite im untersten Bild wiedergegeben.

[0026] Im Griffteil 10 der Pistole 1, von dem in Fig. 1 (a) nur der oberste Bereich dargestellt ist, ist ein elektronischer Schaltkreis 11 angeordnet, der zur Erleichterung der Darstellung außerhalb des Griffteils 10 wiedergegeben, in Wirklichkeit aber beispielsweise in die Griffschale des Griffteils 10 eingebaut ist.

[0027] Der elektronische Schaltkreis 11 weist eine als elektrische Betriebsenergiequelle dienende Batterie 12, eine Sende/Empfangsschaltung 13, eine Echtzeituhr 14 und einen den Betrieb des gesamten Schaltkreises koordinierenden Logikbaustein 15 auf.

[0028] Der Abzug 3 weist ein Betätigungselement 16 für einen eingebauten Mikroschalter 17 auf. Sobald der Abzug 3 zum Schießen ein kleines Stück durchgezogen wird, schließt das Betätigungselement 16 den Mikroschalter 17. Dieser Zustand ist in der mittleren Darstellung auf der linken Seite von Fig. 1 (a) angedeutet. Hierdurch wird der Logikbaustein 15 über das an seinen Eingangskontakten S1, S2 anliegende Einschaltsignal des Mikroschalters 17 eingeschaltet und veranlaßt den Sender der Sende/Empfangsschaltung 13 dazu, ein Abfragesignal drahtlos auszusenden.

[0029] Dieses Abfragesignal wird von einem Transponder 18 empfangen, den der Benutzer getrennt von der Pistole 1 bei sich trägt. Der Transponder 18 ist beispielsweise in der Form eines Mikrochips ausgebildet und in einen Fingerring integriert, den der Benutzer der Pistole 1 an seiner Schießhand trägt.

[0030] Der Transponder spricht in bekannter Weise auf das empfangene Abfragesignal dadurch an, daß er ein ihm vorgegebenes Antwortsignal aussendet. Dieses wird von dem Empfänger der Sende/Empfangsschaltung 13 des Schaltkreises 11 empfangen und hinsichtlich seines Informationsinhaltes demoduliert. Der Logikbaustein 15 weist eine Überprüfungseinrichtung auf, die den Informationsinhalt nach einem vorgegebenen Kriterium überprüft und eine Freigabeeinrichtung ansteuert, die bei Erfüllung des Kriteriums die Betätigung der Auslösevorrichtung entsperrt. Diese Freigabeeinrichtung ist in Fig. 1 (a) beispielhaft als von dem Logikbaustein 15 angesteuerter Schalter 19 dargestellt, der ein dem Hahnsperrstück 6 zugeordnetes Solenoid 20 mit einem elektrischen Erregungsimpuls beaufschlagt, wodurch das Solenoid 20 einen mit dem Hahnsperrstück 6 in Sperreingriff stehenden Sperrstift außer Eingriff zieht und dadurch beim weiteren Durchziehen des Abzugs 3 den Hahn 5 freisetzt,

was die Auslösung des Schusses bewirkt.

[0031] Als Kriterium für die Überprüfung des Informationsinhaltes des Antwortsignals und die Entsperrung der Auslösevorrichtung dient in dem in Fig. 1 (a) dargestellten Ausführungsbeispiel ein Vergleich mit einem in einen nichtflüchtigen Speicher 21 eingespeicherten Code. Nach Eingang des Antwortsignals vom Transponder 18 liest der Logikbaustein 15 den eingespeicherten Code aus dem nichtflüchtigen Speicher 21 aus und vergleicht ihn mit dem Informationsinhalt des Antwortsignals. Nur für den Fall, daß bei diesem Vergleich eine vorbestimmte Beziehung zwischen dem Informationsinhalt des Antwortsignals und dem ausgelesenen Code der Schußwaffe festgestellt wird, beispielsweise Übereinstimmung, erfolgt die Entsperrung durch die Freigabeeinrichtung.

[0032] In der Darstellung von Fig. 1 (a) ist angedeutet, daß der nichtflüchtige Speicher 21 getrennt von den übrigen Teilen des elektronischen Schaltkreises auf einem flachen Träger, beispielsweise einer kleinen Chipkarte, angeordnet ist. Diese Chipkarte wird beispielsweise in eine Ausnehmung des Magazins der Waffe eingelegt und beim Einschieben des Magazins mit den übrigen Teilen des elektronischen Schaltkreises kontaktiert.

[0033] Sofern in den nichtflüchtigen Speicher 21 der Waffe nur ein einziger Code eingespeichert ist, identifiziert er gleichzeitig die Waffe und den das entsprechende Antwortsignal aussendenden Transponder 18 nach Art einer Benutzungslizenz des Besitzers des Transponders 18. Es kann aber auch vorgesehen sein, daß in dem nichtflüchtigen Speicher 21 der Waffe zusätzlich ein oder mehrere eine Waffenbenutzungserlaubnis identifizierende Codes abgespeichert sind. In diesem Fall können der Waffe eine entsprechende Anzahl von Transpondem 18 zugeordnet werden, von denen jeder jeweils einen der als Benutzungserlaubnis dienenden Codes als Antwortsignal ausgibt. Wenn von einem dieser Transponder 18 das einen dieser Codes darstellende Antwortsignal eingeht, vergleicht der elektronische Schaltkreis 11 dieses Antwortsignal nacheinander mit allen abgespeicherten Erlaubniscodes und entsperrt die Auslösevorrichtung, sobald für einen dieser Vergleiche das entsprechende Kriterium erfüllt ist. Falls dies für keinen der abgespeicherten Erlaubniscodes erfüllt wird, bleibt die Waffe gesperrt. Hierdurch kann sie von einer bestimmten Gruppe von Benutzern gebraucht werden, während sie von sonstigen Personen nicht benutzt werden kann.

[0034] Diese Betriebsweise ist in dem Ablaufdiagramm von Fig. 1 (b) zusammenfassend dargestellt. Dort bezeichnet der Block "L-Code" die Übernahme des die Benutzungserlaubnis darstellenden Informationsinhaltes des Antwortsignals des Transponders 18 in den Logikbaustein 15. Der Block "G-Code" stellt das Einlesen des im nichtflüchtigen Speicher 21 der Waffe gespeicherten Codes in den Logikbaustein 15 dar. Der Block "Code ok?/Time & Date" symbolisiert den Vergleich des vom Transponder 18 übermittelten Codes mit dem im nichtflüchtigen Speicher 21 der Waffe gespeicherten Code sowie den Umstand, daß der Logikbaustein 15 aus der Echtzeituhr 14 Zeit und Datum übernimmt. Der Block "block gun" symbolisiert, daß die Waffe gesperrt bleibt, wenn der Codevergleich das vorgegebene Kriterium nicht erfüllt. Die Blöcke "deblock gun" und "History" symbolisieren, daß bei Erfüllung des Kriteriums die Auslösevorrichtung der Waffe entsperrt und ferner Zeit und Datum der Auslösung in den nichtflüchtigen Speicher 21 der Waffe eingeschrieben werden.

[0035] Bei der in Fig. 1 (a) und (b) dargestellten Ausführungsform wird die Patrone 9 auf herkömmliche Weise durch den Aufschlag des Schlagbolzens 7 auf ein Zündhütchen der Patrone 9 abgefeuert. Dies ist bei der in Fig. 2 (a) dargestellten Ausführungsform einer Patrone 100 nicht mehr der Fall. Letzere weist zwar ebenso wie herkömmliche Munition eine Geschoßhülse 101 auf, die an ihrem vorderen Ende durch ein Geschoß 102 verschlossen ist und eine Treibladung 103 enthält.

[0036] Abweichend von herkömmlicher Munition, die am hinteren Ende der Geschoßhülse 101 mit dem Zündhütchen versehen ist, ist in der Patrone 100 in der Hülse 101 an deren hinterem Ende ein elektronischer Schaltkreis 104 angeordnet, auf dessen zur Treibladung 103 weisenden Seite eine Laserdiode 105 ausgebildet ist. Von der der Laserdiode 105 abgewandten Seite des Schaltkreises 104 aus erstreckt sich eine Kontaktanordnung 106 nach außen.

[0037] Sofern der Kontaktanordnung 106, die beispielsweise einen Buskontakt bilden kann, elektrische Energie in ausreichendem Maße zugeführt wird, wird der Schaltkreis 104 aktiviert und gibt einen elektrischen Zündenergieimpuls an die Laserdiode 105 ab. Da es sich hierbei um einen einmaligen Vorgang handelt, kann die Laserdiode 105 hierbei bis zu ihrer Zerstörung übersteuert werden. Die Laserdiode 105 wandelt diesen elektrischen Zündenergieimpuls in einen thermischen Impuls, der zum Zünden der Treibladung 103 geeignet ist, um. Auf diese Weise wird die Treibladung 103 gezündet und das Geschoß 102 abgefeuert.

[0038] Der elektronische Schaltkreis 104 kann zusätzlich zu den für die Bildung des elektrischen Zündenergieimpulses notwendigen Komponenten einen nichtflüchtigen Speicher aufweisen, dessen Speicherinhalt an der Kontaktanordnung 106 auslesbar ist. In diesen nichtflüchtigen Speicher wird bei der Herstellung der Munition ein ihre Art identifizierender Code, beispielsweise ob es sich um Hochgeschwindigkeitsmunition handelt oder nicht, abgespeichert. Bei geeigneter Ausbildung der Schußwaffe, in der die Munition 100 benutzt wird, kann dieser Code für den Gebrauch der Schußwaffe auf verschiedene Weise genutzt werden.

[0039] Eine prinzipielle Ausführungsform einer Schußwaffe, die mit der in Fig. 2 (a) dargestellten Munition beschossen werden kann, ist schematisch in Fig. 2 (b) dargestellt. Ähnlich der Darstellung von Fig. 1 (a) ist in Fig. 2 (b) der Umriß einer Pistole 200 im Bereich des hinteren Endes ihres Laufs 201 und des oberen Endes des Griffteils wiedergegeben. Vergleichbar mit Fig. 1 (a) ist dort wieder der Abzug 202, die daran angelenkte Ab-

zugsstange 203 und das von dieser betätigte Hahnsperrstück 204 erkennbar. Abweichend von Fig. 1 (a) sind jedoch bei dieser Ausführungsform die übrigen mechanischen Teile, die dort zur Schußauslösung benötigt werden, nicht vorhanden.

[0040] Insbesondere gibt es keinen Schlagbolzen und keinen zu dessen Antrieb dienenden Hahn. Statt dessen betätigt das Hahnsperrstück 204 einen elektrischen Mikroschalter 205, der einen im Griffteil der Pistole 200 eingebauten elektrischen Schaltkreis 206 einschaltet. Dieser Schaltkreis 206 ist in Fig. 2 (a) lediglich zum Zwecke der leichteren Darstellbarkeit außerhalb des Griffteils wiedergegeben.

[0041] Dieser Schaltkreis 206 entspricht in seinem Aufbau und seiner Funktion völlig dem vorstehend in Verbindung mit Fig. 1 (a) beschriebenen Schaltkreis 11. Deshalb sind die entsprechenden Teile des Schaltkreises 206 in Fig. 2 (b) mit denselben Bezugszeichen bezeichnet wie in Fig. 1 (a). Auf die dortige Beschreibung wird verwiesen. Ergänzend anzumerken ist lediglich, daß der Einschaltwirkung des Schalters 16, 17 in Fig. 1 (a) die Einschaltwirkung des Schalters 205 in Fig. 2 (b) entspricht. Allerdings könnte in Fig. 2 (b) ebensogut ein Schalter nach der Art des Schalters 16, 17 in Fig. 1 (a) verwendet werden. Eine funktionelle Abweichung besteht jedoch darin, daß statt der Ansteuerung des Solenoids 20 in Fig. 1 (a) der Schaltkreis 206 in Fig. 2 (b) die Kontaktanordnung 106 der abschußbereiten Patrone 100 im Lauf 201 der Pistole 200 ansteuert. Zu diesem Zweck ist am Ende des Laufs 201 eine zur Kontaktanordnung 106 komplementäre Kontaktanordnung 207 vorgesehen, welche die elektrische Verbindung mit dem Schaltkreis 206 herstellt. Über diese Verbindung liest der Schaltkreis 206 der Pistole 200 den die Art der Munition identifizierenden Code aus dem nichtflüchtigen Speicher des in der Geschoßhülse 101 angeordneten Schaltkreises 104 aus und beaufschlagt auch den patroneninternen Schaltkreis 104 mit der für seinen Betrieb erforderlichen elektrischen Energie, insbesondere der zum Zünden nötigen Energie.

[0042] Das logische Ablaufdiagramm von Fig. 2 (c) faßt die gesamte Betriebsweise zusammen. Der Block "L-Code" symbolisiert die Übernahme des Informationsinhaltes des Antwortsignals des Transponders 18 durch den Logikbaustein 15. Ähnlich symbolisiert der Block "G-Code" das Auslesen des in den nichtflüchtigen Speicher 21 des Schaltkreises 206 eingespeicherten Codes durch den Logikbaustein 15. Durch den Block "Code ok?" wird dargestellt, daß der Logikbaustein 15 die beiden Codes miteinander vergleicht und bei Nichterfüllung des vorgegebenen Vergleichskriteriums, beispielsweise Gleichheit, die Waffe gesperrt hält, was durch den Block "block gun" symbolisiert wird. Diese bisherigen Funktionsabläufe entsprechen völlig der Beschreibung des Funktionsablaufs anhand von Fig. 1 (b) für die in Fig. 1 (a) dargestellte Ausführungsform.

[0043] Der Block "Amunition ok?" bezeichnet die über das Ausführungsbeispiel von Fig. 1 (a) hinausgehende Funktion des Ausführungsbeispiels von Fig. 2 (b). Falls nämlich der Codevergleich zu einem positiven Ergebnis führt, liest der Logikbaustein 15 den die Munitionsart identifizierenden Code aus dem nichtflüchtigen Speicher des Schaltkreises 104 der Patrone 100 aus. Der ausgelesene Munitionscode wird nach einem vorgegebenen Kriterium geprüft. Wird dies nicht erfüllt, bleibt die Waffe gesperrt, was durch den Block "block gun" zum Ausdruck gebracht ist. Ferner wird in diesem Fall der ausgelesene Munitionscode mit Auslesedatum und -zeit in den nichtflüchtigen Speicher 21 des waffenseitigen Schaltkreises 206 eingespeichert. Dies wird durch den Block "write History Time & Date on Chip" symbolisiert.

[0044] Verläuft dagegen die Überprüfung des ausgelesenen Munitionscodes positiv, veranlaßt der waffenseitige Schaltkreis 206 den munitionsseitigen Schaltkreis 104 zum Zünden der Laserdiode 105. Dies ist in Fig. 2 (c) durch den Block "deblock gun" symbolisiert. Gleichzeitig wird der ausgelesene Waffencode nebst Auslesedatum und -zeit in den nichtflüchtigen Speicher 21 des waffenseitigen Schaltkreises 206 eingespeichert (siehe Block "write History Time & Date on Chip").

Verzeichnis der Bezugszeichen

[0045]

1	Pistole
2	Lauf
3	Abzug
4	Abzugsstange
5	Hahn
6	Hahnsperrstück
7	Schlagbolzen
8	Sicherungshebel
9	Patrone
10	Griffteil
11	elektronischer Schaltkreis
12	Batterie
13	Sende/Empfangsschaltung
14	Echtzeituhr
15	Logikbaustein
16	Betätigungselement
17	Mikroschalter
18	Transponder
19	Schalter
20	Solenoid
21	nichtflüchtiger Speicher
100	Patrone
101	Geschoßhülse
102	Geschoß
103	Treibladung
104	Schaltkreis
105	Laserdiode
106	Kontaktanordnung
200	Pistole
201	Lauf
202	Abzug

203 Abzugsstange
204 Hahnsperrstück
205 Mikroschalter
206 Schaltkreis
207 komplementäre Kontaktanordnung

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Auslösen eines Schusses aus einer Schußwaffe, die einen zur Betätigung der Vorrichtung dienenden Abzug und eine Sicherungseinrichtung aufweist, durch die die Betätigung der Vorrichtung sperrbar ist, wobei die Sicherungseinrichtung an der Schußwaffe (1) mit einer elektrischen Energiequelle (12) und einem davon gespeisten elektronischen Schaltkreis (11) versehen ist, der einen Sender (13) zum drahtlosen Übertragen eines Abfragesignals an einen getrennt von der Schußwaffe (1) vorgesehenen Transponder (18), einen Empfänger (13) zum Empfangen eines von dem Transponder (18) ansprechend auf das Abfragesignal drahtlos übertragenen Antwortsignals, eine Einrichtung (15) zur Überprüfung des Informationsinhaltes des Antwortsignals, eine von der Überprüfungseinrichtung angesteuerte Freigabeeinrichtung (19, 20), welche in Abhängigkeit von der Überprüfung die Betätigung der Vorrichtung entsperrt, und einen nichtflüchtigen Speicher (21), in dem ein die Schußwaffe (1) identifizierender Code abgespeichert ist, aufweist, wobei die Überprüfungseinrichtung (15) eine Vergleichseinrichtung zum Vergleichen des in dem nichtflüchtigen Speicher (21) abgespeicherten Codes mit dem Informationsinhalt des von dem Transponder (18) übertragenen Antwortsignals aufweist, **dadurch gekennzeichnet, daß** der nichtflüchtige Speicher (21) auf einem auswechselbaren, mit dem Schaltkreis (11) kontaktierbaren, flachen Träger angeordnet ist, welcher in eine entsprechende Ausnehmung des Magazins der Schußwaffe einlegbar und durch Einschieben des Magazins in die Schußwaffe (1) mit dem Schaltkreis (11) kontaktierbar ist, und die übrigen Teile des elektronischen Schaltkreises (11) fest mit der Schußwaffe (1) verbunden sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** in dem nichtflüchtigen Speicher (21) zusätzlich ein eine Waffenbenutzungserlaubnis darstellender Code abgespeichert ist, der von der Vergleichseinrichtung mit dem Informationsinhalt des von dem Transponder (18) übertragenen Antwortsignals verglichen wird.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der elektronische Schaltkreis (11) der Schußwaffe (1) eine Echtzeituhr (14) und eine Speicherschreibeinrichtung aufweist, durch die Uhrzeit und Datum jeder Betätigung der Vorrichtung in den nichtflüchtigen Speicher (21) eingeschrieben wird.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Transponder (18) als Chip ausgebildet und in einen vom Benutzer der Schußwaffe (1) am Körper zu tragenden Gegenstand integriert ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Gegenstand ein Fingerring ist.

6. Munition für eine Schußwaffe mit einer Auslösevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, mit einer Geschoßhülse, einem die Geschoßhülse verschließenden Geschoß, einer in der Geschoßhülse angeordneten Treibladung und einer an der Geschoßhülse vorgesehenen Zündvorrichtung für die Treibladung, wobei die Zündvorrichtung einen elektronischen Schaltkreis (104) mit einer elektrischen Kontaktanordnung (106), die bei in Abschußposition befindlicher Munition (100) von einer dazu komplementären Kontaktanordnung (207) der Schußwaffe (200) zur Beaufschlagung mit elektrischer Energie aus der Schußwaffe (200) kontaktierbar ist, sowie mit einem nichtflüchtigen Speicher, in dem ein die Art der Munition identifizierender Code abgespeichert und der über die Kontaktanordnung (106) auslesbar ist und einen von dem elektronischen Schaltkreis (104) angesteuerten Wandler (105) aufweist, der einen von dem Schaltkreis (104) ansprechend auf die Energiebeaufschlagung an den Wandler (104) abgegebenen elektrischen Zündenergieimpuls in einen zum Zünden der Treibladung (103) geeigneten Energieimpuls umwandelt, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Wandler (105) eine Laserdiode ist, die bis zu ihrer Zerstörung übersteuert wird.

7. Schußwaffe für eine Munition nach Anspruch 6, mit einer eine zur elektrischen Kontaktanordnung (106) der Munition (100) komplementäre Kontaktanordnung (207) und einen Abzug (202) aufweisenden Vorrichtung zum Auslösen eines Schusses nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Auslösevorrichtung mit einer elektrischen Energiequelle (12) und einem davon gespeisten elektronischen Schaltkreis (206) versehen ist, der ansprechend auf eine Betätigung des Abzugs (3) die komplementäre Kontaktanordnung (207) mit der zum Zünden der Munition (100) erforderlichen elektrischen Energie beaufschlagt, **dadurch gekennzeichnet, daß** der elektronische Schaltkreis (206) der Schußwaffe (204) eine Einrichtung zum Auslesen des in dem nichtflüchtigen Speicher des elektronischen Schaltkreises (104) der Munition (100) gespeicherten Identifikationscodes und eine Einrichtung (15) zum Prüfen des Identifikationscodes aufweist, die in Abhängigkeit von der Überprüfung die Energiebeaufschlagung

freigibt oder sperrt.

8. Schußwaffe nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** der elektronische Schaltkreis (104) der Schußwaffe (200) einen nichtflüchtigen Speicher (21) aufweist, in den der ausgelesene Identifikationscode der Munition (100) eingespeichert wird.

Claims

1. An apparatus for releasing a shot from a gun which has a trigger serving to actuate the apparatus and a safety device by means of which actuation of the apparatus can be blocked, the safety device on the gun (1) being provided with an electrical energy source (12) and an electronic circuit (11) supplied by the latter and which has a transmitter (13) for the wireless transmission of a query signal to a transponder provided separately from the gun (1), a receiver (13) for receiving a response signal in response to the query signal transmitted wirelessly from the transponder (18), a device (15) for checking the information content of the response signal, a release device (19, 20) controlled by the checking device which deblocks actuation of the apparatus dependent on the checking, and a non-volatile memory (21) in which a code identifying the gun (1) is saved, the checking device (15) having a comparison device for comparing the code saved in the non-volatile memory (21) with the information content of the response signal transmitted by the transponder (18), **characterised in that** the non-volatile memory (21) is disposed on an interchangeable flat carrier which can be brought in contact with the circuit (11), and which can be inserted into a corresponding recess of the magazine of the gun, and can be brought in contact with the circuit (11) by pushing the magazine into the gun (1), and the other parts of the electronic circuit (11) are securely connected to the gun (1).

2. The apparatus according to Claim 1, **characterised in that** a code representing a weapon use authorisation is additionally saved in the non-volatile memory (21), and this is compared by the comparison device with the information content of the response signal transmitted by the transponder (18).

3. The apparatus according to Claim 1 or 2, **characterised in that** the electronic circuit (11) of the gun (1) has a real time clock (14) and a memory writing device by means of which the time and date of each actuation of the apparatus is entered in the non-volatile memory (21).

4. The apparatus according to any of Claims 1 to 3, **characterised in that** the transponder (18) is in the form of a chip and is integrated into an item to be worn on the body of the user of the gun (1).

5. The apparatus according to Claim 4, **characterised in that** the object is a ring worn on the finger.

6. Ammunition for a gun with a release apparatus according to any of Claims 1 to 5, with a bullet casing, a bullet sealing the bullet casing, a propellant disposed in the bullet casing and an igniter provided on the bullet casing for the propellant, the igniter having an electronic circuit (104) with an electric contact arrangement (106) which, with ammunition (100) located in the shooting position, can be brought into contact by a contact arrangement (207) of the gun (200) complementary to this so as to apply electric energy from the gun (200) and with a non-volatile memory in which a code identifying the type of ammunition is saved and which can be read out by means of the contact arrangement (106), and a converter (105) controlled by the electronic circuit (104) which converts an electric ignition energy impulse into an energy impulse suitable for igniting the propellant (103) released by the circuit (104) in response to the energy applied to the converter (104), **characterised in that** the converter (105) is a laser diode which is overridden until its is destruction.

7. A gun for ammunition according to Claim 6 with a contact arrangement (207) complementary to the electric contact arrangement (106) of the ammunition (100) and an apparatus having a trigger (202) for releasing a shot according to any of Claims 1 to 5, the release apparatus being provided with an electric energy source (12) and an electronic circuit (206) supplied by the latter, which in response to actuation of the trigger (3) acts upon the complementary contact arrangement (207) with the electric energy required to ignite the ammunition (100), **characterised in that** the electronic circuit (206) of the gun (204) has a device for reading out the identification code saved in the non-volatile memory of the electronic circuit (104) of the ammunition (100) and a device (15) for checking the identification code, which releases or blocks the energy applied dependent on the check.

8. The gun according to Claim 7, **characterised in that** the electronic circuit (104) of the gun (200) has a non-volatile memory (21) in which the identification code of the ammunition (100) read out is saved.

Revendications

1. Dispositif pour déclencher un tir à partir d'une arme à feu, qui présente une détente servant à l'actionnement du dispositif et un dispositif de blocage, par lequel l'actionnement du dispositif peut être bloqué,

le dispositif de blocage sur l'arme à feu (1) étant muni d'une source d'énergie (12) électrique et d'un circuit (11) électronique alimenté par cette énergie, qui présente un émetteur (13) pour la transmission sans fil d'un signal d'interrogation à un transpondeur (18) prévu séparément de l'arme à feu (1), un récepteur (13) pour la réception d'un signal de réponse transmis sans fil par le transpondeur (18) en réponse au signal d'interrogation, un dispositif (15) pour le contrôle de la teneur en information du signal de réponse, un dispositif de libération (19, 20) actionné par le dispositif de contrôle, qui débloque l'actionnement du dispositif en fonction du contrôle, et une mémoire (21) non volatile, dans laquelle est mémorisé le code identifiant l'arme à feu (1), le dispositif de contrôle (15) présentant un dispositif de comparaison pour la comparaison du code mémorisé dans la mémoire (21) non volatile avec la teneur en information du signal de réponse transmis par le transpondeur (18), **caractérisé en ce que** la mémoire (21) non volatile est disposée sur un support plat, interchangeable, pouvant être mis en contact avec le circuit (11), qui peut être introduit dans un évidement approprié du chargeur de l'arme à feu et peut être mis en contact avec le circuit (11) par l'introduction du chargeur dans l'arme à feu (1), et les autres parties du circuit (11) électronique sont reliées de façon fixe à l'arme à feu (1).

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** dans la mémoire (21) non volatile est stocké en supplément un code représentant une autorisation d'utilisation d'arme, qui est comparé par le dispositif de comparaison avec la teneur en information du signal de réponse transmis par le transpondeur (18).

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le circuit (11) électronique de l'arme à feu (1) présente une horloge en temps réel (14) et un dispositif d'écriture de mémoire, par lequel l'heure et la date de chaque actionnement du dispositif sont inscrites dans la mémoire (21) non volatile.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le transpondeur (18) est conçu comme une puce et est intégré dans un objet que l'utilisateur de l'arme à feu (1) doit porter sur le corps.

5. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'objet est une bague de doigt.

6. Munition pour une arme à feu avec un dispositif de déclenchement selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, avec une douille de projectile, un projectile fermant la douille de projectile, une charge propulsive disposée dans la douille de projectile et un dispositif d'allumage prévu sur la douille de projectile pour la charge propulsive, le dispositif d'allumage présentant un circuit (104) électronique avec un dispositif de contact (106) électronique, qui, lorsque la munition (100) se trouve dans la position de mise à feu, peut être mis en contact par un dispositif de contact (207) complémentaire de l'arme à feu (200) pour l'alimentation en énergie électrique provenant de l'arme à feu (200), et avec une mémoire non volatile, dans laquelle est mémorisé un code identifiant le type de munition et qui peut être lu par le dispositif de contact (106) et présente un convertisseur (105) actionné par le circuit (104) électronique, qui convertit une impulsion d'énergie d'allumage envoyée par le circuit (104) au convertisseur (105) en réponse à l'alimentation en énergie en une énergie d'impulsion appropriée pour l'allumage de la charge propulsive (103), **caractérisé en ce que** le convertisseur (105) est une diode laser qui est surmodulée jusqu'à sa destruction.

7. Arme à feu pour une munition selon la revendication 6, avec un dispositif de contact (207) complémentaire du dispositif de contact électrique (106) de la munition (100) et un dispositif présentant une détente (202) pour le déclenchement d'un tir selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, le dispositif de déclenchement étant muni d'une source d'énergie (12) électrique et d'un circuit (206) électrique alimentée par cette source, qui alimente en réponse à un actionnement de la détente (3) le dispositif de contact (207) complémentaire avec l'énergie électrique nécessaire pour l'allumage de la munition (100), **caractérisé en ce que** le circuit (206) électronique de l'arme à feu (204) présente un dispositif pour la lecture du code d'identification stocké dans la mémoire non volatile du circuit (104) électronique de la munition (100) et un dispositif (15) pour contrôler le code d'identification, qui libère ou bloque l'alimentation en énergie en fonction du contrôle.

8. Arme à feu selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le circuit (104) électronique de l'arme à feu (200) présente une mémoire (21) non volatile, dans laquelle est mémorisé le code d'identification lu de la munition (100).

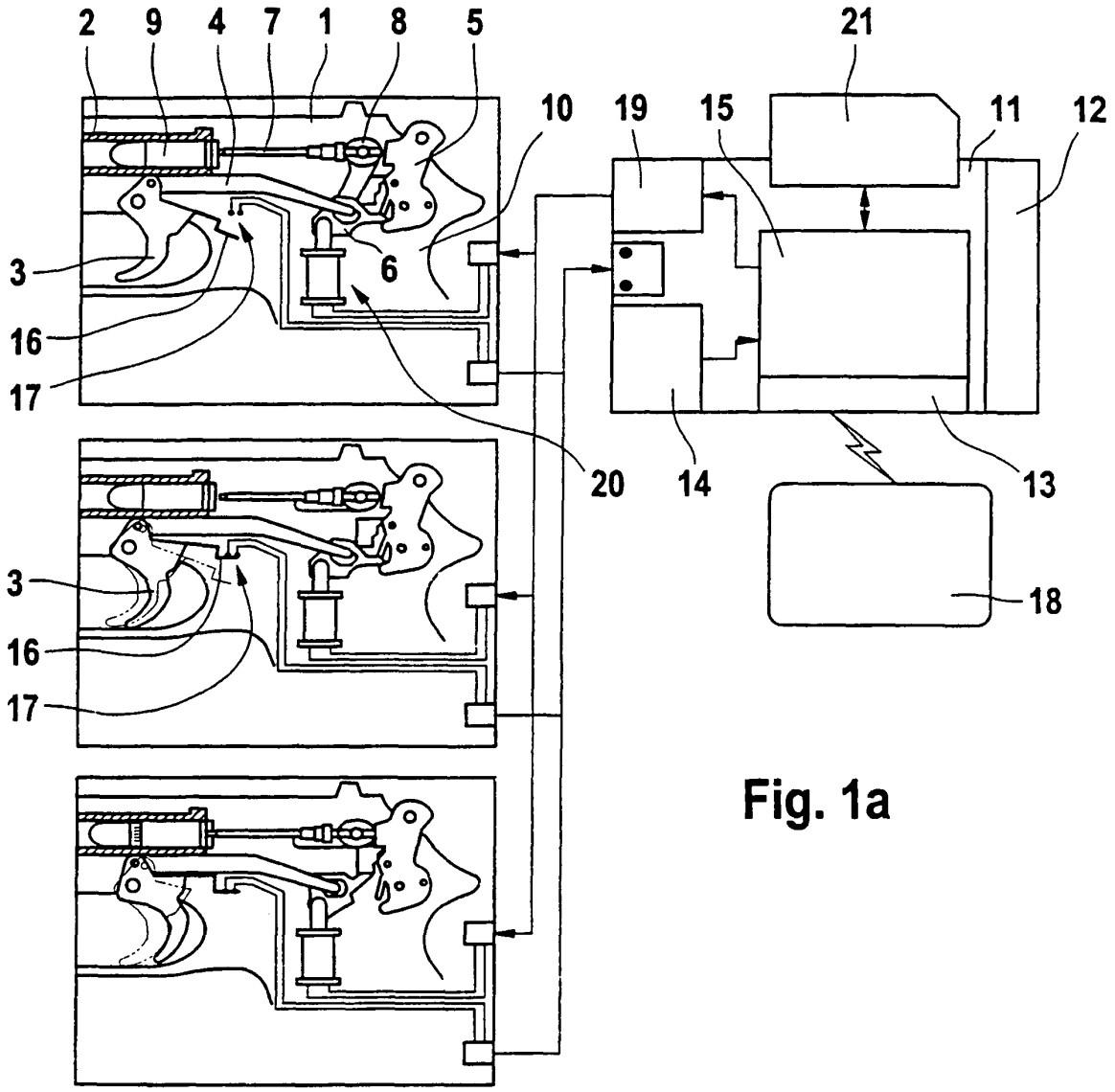

2
9
4
7
1
8
5
21
10
19
15
11
12
3
6
16
17
20
14
13
18

Fig. 1a

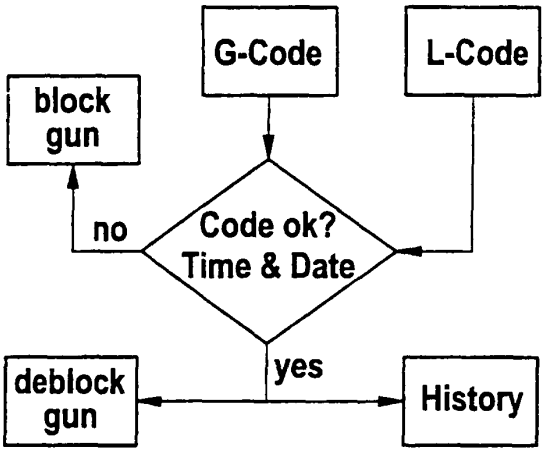
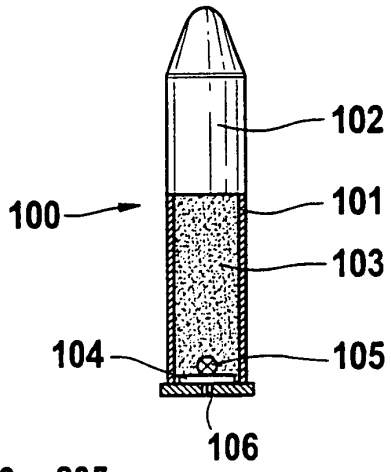

G-Code
L-Code
block gun
no
Code ok? Time & Date
yes
deblock gun
History

Fig. 1b

Fig. 1a



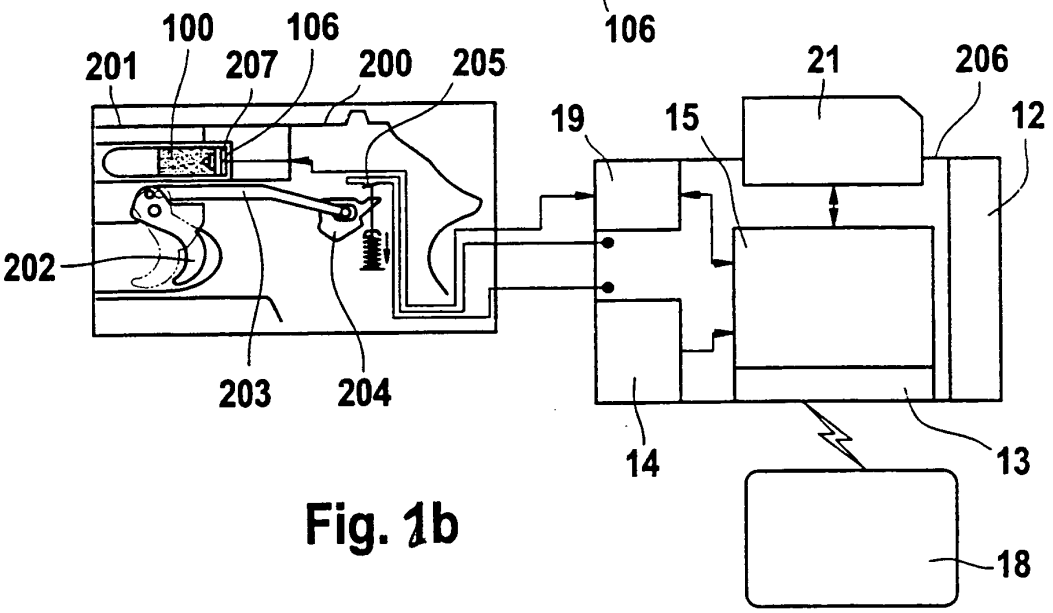


Fig. 1b

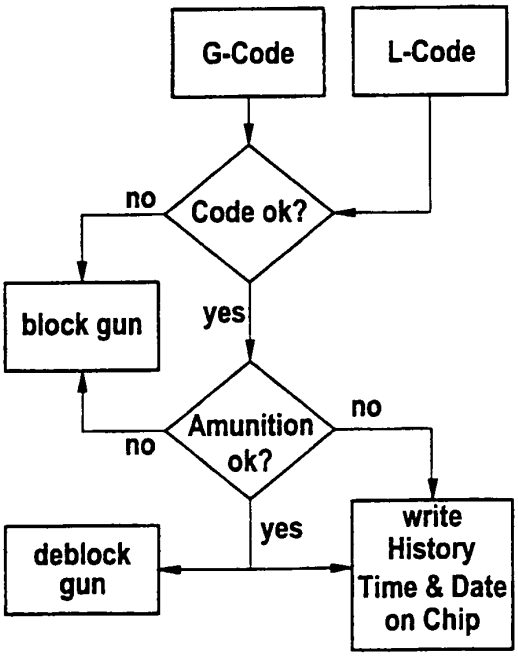



Fig. 1c