

(19)



(11)

EP 1 992 904 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

19.11.2008 Patentblatt 2008/47

(51) Int Cl.:

F42B 35/00 (2006.01)(21) Anmeldenummer: **08008879.2**(22) Anmeldetag: **14.05.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA MK RS(30) Priorität: **15.05.2007 DE 102007022672**(71) Anmelder: **LFK-Lenkflugkörpersysteme GmbH
86529 Schrobenhausen (DE)**(72) Erfinder: **Grabmeier, Michael
83022 Rosenheim (DE)**(74) Vertreter: **Hummel, Adam
EADS Deutschland GmbH
Patentabteilung
81663 München (DE)**(54) **Verfahren zur Zustandsüberwachung einer intelligenten Waffe und intelligente Waffe**

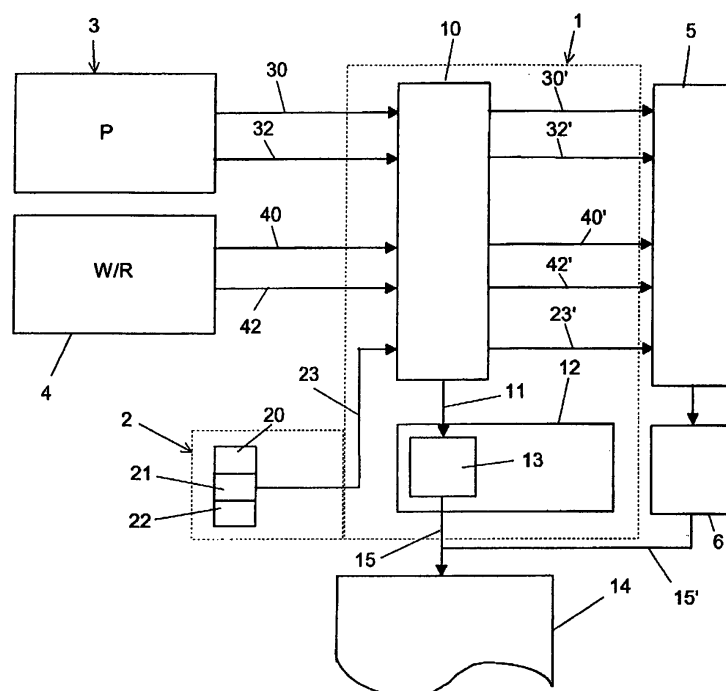
(57) Ein Verfahren zur Zustandüberwachung einer intelligenten Waffe, insbesondere eines Marschflugkörpers, weist die Schritte auf:

- a) Erzeugen eines ersten Zustandsbilds der Waffe während der Fertigung der Waffe, wobei Ergebnisdaten zumindest eines Funktionstests der Waffe ermittelt und in einem Datenspeicher gespeichert werden;
- b) Erzeugen von zumindest einem weiteren Zustandsbild der Waffe in einem zeitlichen Abstand zum Erzeugen

eines vorherigen Zustandsbilds, wobei Ergebnisdaten zumindest eines Funktionstests der Waffe ermittelt und in einem Datenspeicher gespeichert werden;

c) Vergleich der Ergebnisdaten aus Schritt b) mit den Ergebnisdaten aus zumindest einem vorherigen Schritt und Ermittlung von Unterschieden sowie von Trends in den einzelnen Ergebnisdaten;

d) Entscheidung über die Restnutzungsdauer und das Wartungserfordernis auf der Grundlage der Ergebnisse aus Schritt c).

**EP 1 992 904 A2**

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Zustandsüberwachung einer intelligenten Waffe sowie eine intelligente Waffe.

STAND DER TECHNIK

[0002] Während der Fertigung von intelligenten Waffen, zum Beispiel von Marschflugkörpern, erfolgen stets Qualitätsprüfungen bis hin zum Fertigungsabnahmetest, bei welchen einzelne Parameter gegen vorgegebene Schwellenwerte und auf vorgegebene Toleranzen geprüft werden. Diese vorgegebenen Schwellenwerte und Toleranzen sind in der Regel aus Entwicklungsspezifikationen abgeleitet. Ein derartiger Endabnahmetest ist beispielsweise in der DE 10 2004 042 990 A1 beschrieben.

[0003] Es kommt jedoch vor, dass die theoretisch ermittelten vorgegebenen Schwellenwerte und Toleranzen zu tolerant sind. Eine Anpassung dieser vorgegebenen Schwellenwerte und Toleranzen an die tatsächlich mögliche Fertigungsgenauigkeit während einer laufenden Fertigung erfolgt in der Regel nicht. Des weiteren werden die Ergebnisse von funktionalen Tests der gefertigten Serienflugkörper, die sowohl im inerten Zustand, das heißt ohne Pyrotechnik, als auch im letalen Zustand, das heißt mit Pyrotechnik, durchgeführt werden, nicht so archiviert, dass sie zum Vergleich mit künftigen Testdaten herangezogen werden können. Die dabei anfallenden Messdaten werden derzeit weder aufbereitet, noch strukturiert gespeichert oder systematisch ausgewertet, um dadurch beispielsweise Schwellenwerte und Toleranzen anpassen zu können und bei der Fertigung auftretende Anomalien oder Verschlechterungstrends festzustellen.

[0004] Bei einer späteren erneuten Überprüfung der intelligenten Waffe, beispielsweise nach einer Wartung, ist es somit nicht möglich, den aktuellen Zustand der Waffe mit deren Auslieferungszustand zu vergleichen.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Zustandsüberwachung einer intelligenten Waffe anzugeben, welches es während zumindest eines Teils der Lebensdauer der Waffe zuverlässig gestattet, eine Aussage über die Funktionstüchtigkeit und die Zuverlässigkeit der Waffe zu treffen und so eine Einsatzfähigkeit oder ein Wartungserfordernis zu ermitteln.

[0006] Weiterhin ist es eine Aufgabe der Erfindung eine entsprechende intelligente Waffe anzugeben.

[0007] Die das Verfahren betreffende Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale des Patentanspruchs 1.

[0008] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Zustandsüberwachung einer intelligenten Waffe, insbesondere

eines Marschflugkörpers, weist dazu die folgenden Schritte auf:

a) Erzeugen eines ersten Zustandsbilds der Waffe während der Fertigung der Waffe, wobei Ergebnisdaten zumindest eines Funktionstests der Waffe ermittelt und in einem Datenspeicher gespeichert werden;

b) Erzeugen von zumindest einem weiteren Zustandsbild der Waffe in einem zeitlichen Abstand zum Erzeugen eines vorherigen Zustandsbilds, wobei Ergebnisdaten zumindest eines Funktionstests der Waffe ermittelt und in einem Datenspeicher gespeichert werden;

c) Vergleich der Ergebnisdaten aus Schritt b) mit den Ergebnisdaten aus zumindest einem vorherigen Schritt und Ermittlung von Unterschieden sowie von Trends in den einzelnen Ergebnisdaten;

d) Entscheidung über die Restnutzungsdauer und das Wartungserfordernis auf der Grundlage der Ergebnisse aus Schritt c).

[0009] Durch dieses Verfahren werden in zeitlichen Abständen technische Zustandsbilder der Waffe, beispielsweise während der Produktion, der Endabnahme, der Nutzung und der Wartung, ermittelt und abgespeichert. Diese Ermittlung von technischen Zustandsbildern kann im inerten Zustand der Waffe und auch im letalen Zustand der Waffe erfolgen. Ein Vergleich der zu den technischen Zustandsbildern abgespeicherten Daten kann sowohl Unterschiede, als auch Trends in den einzelnen Ergebnisdaten aufzeigen, woraus wiederum eine Entscheidung über die Restnutzungsdauer und das Wartungserfordernis getroffen werden kann. Die Grundlage für diese Entscheidung ist also nicht die Beobachtung des Verhaltens einzelner Parameter der Waffe gegenüber theoretisch festgelegten Schwellenwerten und/oder Toleranzen, sondern eine Beobachtung von einzelnen Parametern der Waffe über einen längeren Zeitraum und von Veränderungen dieser Parameter.

VORTEILE

[0010] Für jede Waffe wird somit eine Datenbank mit Mess- und Prüfergebnissen angelegt, die im Laufe der Zeit an dieser Waffe ermittelt werden. Die in dieser Datenbank gespeicherten Mess- und Prüfdaten können bei Bedarf aufbereitet und systematisch ausgewertet werden, um beispielsweise festzustellen, ob die Waffe unverändert einsatzbereit ist oder ob eine Leistungsabnahme oder andere Veränderungen im Laufe der Zeit stattgefunden haben.

[0011] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Schritte b) und c) im Laufe der Lebensdauer der Waffe mehrfach durchlaufen werden, wobei dann im Schritt c) die Trendermittlung auf der Basis des aktuellen Zustandsbilds und der gespeicherten Daten vorheriger Zustandsbilder erfolgt.

[0012] Weiterhin von Vorteil ist es, wenn das im Schritt b) erfolgende Erzeugen weiterer Zustandsbilder turnusmäßig oder ereignisgesteuert stattfindet. Ein turnusmäßiges Erzeugen eines weiteren Zustandsbilds kann beispielsweise bei einer nach einem gewissen Zeitablauf fälligen Wartung durchgeführt werden. Ein ereignisgesteuertes Erzeugen eines weiteren Zustandsbilds kann beispielsweise dann erfolgen, wenn die Waffe nach einer längeren Einlagerungszeit für einen Einsatz vorbereitet werden soll.

[0013] Besonders vorteilhaft ist eine Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei weiterhin während zumindest eines Zeitabschnitts der Lebensdauer der Waffe eine kontinuierliche Überwachung von auf die Waffe einwirkenden exogenen Einflüssen erfolgt, wobei Messergebnisse dieser Einflüsse ermittelt und in dem Datenspeicher abgespeichert werden, und wobei die unmittelbaren Messergebnisse und/oder die Messergebnisse unter Berücksichtigung von deren Einwirkdauer auf die Waffe mit vorgegebenen Daten verglichen werden und wobei die Entscheidung über die Restnutzungsdauer und das Wartungserfordernis auch auf der Grundlage dieses Vergleichs erfolgt. Diese vorteilhafte Weiterbildung ermöglicht es, auf eine Waffe einwirkende exogene Einflüsse, beispielsweise bei einem längeren Transport der Waffe in ein Einsatzgebiet und - falls die Waffe dort nicht zum Einsatz gekommen ist - aus dem Einsatzgebiet zurück zum Depot zu überwachen und zu speichern und zur Entscheidung über die Einsatzfähigkeit der Waffe mit heranzuziehen. Auf diese Weise kann leicht und schnell festgestellt werden, ob die Waffe beim Transport oder auch bei einer Lagerung im Einsatzgebiet Einflüssen wie beispielsweise extremen Temperaturen oder Stoßbelastungen, ausgesetzt gewesen ist, die die Zuverlässigkeit der Waffe beeinträchtigen.

[0014] Schließlich ist es noch von Vorteil, wenn im Schritt a) zusätzlich Fehlerbilder im Datenspeicher gespeichert werden, die während der Fertigung der Waffe, insbesondere während deren Funktionstests, aufgetreten sind. Auch im Schritt b) können zusätzlich Fehlerbilder im Datenspeicher gespeichert werden, die während der Lebensdauer der intelligenten Waffe, insbesondere während dort anfallender Funktionstests, aufgetreten sind. Das Protokollieren derartiger Fehlerbilder und gegebenenfalls auch von diesen Fehlerbildern zugeordneten Abhilfemaßnahmen, liefert ein Erfahrungswissen, das auch Jahre später noch im Falle einer Fehlersuche bei einer defekten Waffe das Auffinden und Beheben eines Fehlers beschleunigen kann.

[0015] Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass die Ergebnisdaten im Schritt a) alternativ oder zusätzlich in einer zentralen Datenbank auf einem externen Datenspeicher gespeichert werden, wobei in dieser zentralen Datenbank die Ergebnisdaten von einer Mehrzahl von intelligenten Waffen gespeichert werden. Hierdurch wird die Möglichkeit geschaffen, für eine Vielzahl gleichartiger intelligenter Waffen eine zentrale Datenbank mit Mess-

und Prüfergebnissen sowie gegebenenfalls auch mit Fehlerbildern abzuspeichern, um dadurch eine Übersicht nicht nur über die Ergebnisdaten einer intelligenten Waffe, sondern einer Reihe von gleichartigen intelligenten Waffen, eines sogenannten Waffenparks, zu erhalten.

[0016] Vorteilhaft ist auch, wenn diese zentrale Datenspeicherung nicht nur während der Fertigung der Waffe, sondern - alternativ oder zusätzlich - während der Lebensdauer der Waffe erfolgt.

[0017] Besonders vorteilhaft ist es auch, wenn diese für eine Vielzahl von gleichartigen intelligenten Waffen in der zentralen Datenbank erfassten Daten derart ausgewertet werden, dass auf der Grundlage der in der zentralen Datenbank gespeicherten Ergebnisdaten einer Mehrzahl von intelligenten Waffen gleichartige Ergebnisdaten einzelner Waffen jeweils miteinander verglichen werden und auf der Grundlage dieses Vergleichs der einzelnen Ergebnisdaten empirische Schwellenwerte als Toleranzgrenzen bestimmt werden. Auf diese Weise kann eine statistische Auswertung entsprechender Mess- und Prüfergebnisse von einer Reihe von gleichartigen intelligenten Waffen durchgeführt werden und anhand dieser statistischen Auswertung kann auf empirische Weise eine Anpassung der Schwellenwerte für Toleranzen einzelner Mess- und Prüfwerte durchgeführt werden, um ursprünglich theoretisch bestimmte Schwellenwerte an die Realität anzupassen.

[0018] Die auf die intelligente Waffe gerichtete Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 10 gelöst. Das Vorsehen eines Datenspeichers in der intelligenten Waffe ermöglicht es, beginnend mit der Fertigung der Waffe während der Lebensdauer der Waffe Zustandsparameter als Ergebnisdaten von Funktionstests abzuspeichern und so eine Testbeziehungsweise Prüfdatenhistorie für diese Waffe anzulegen, die von der Waffe stets mitgeführt wird.

[0019] Vorteilhaft ist auch, wenn die Waffe mit einer externen Datenerfassungseinrichtung versehen ist, die für den operationellen Einsatz der Waffe von dieser abkoppelbar ist und die im angekoppelten Zustand mit dem Datenspeicher der Waffe zur Datenübertragung verbunden ist. Diese Datenerfassungseinrichtung muss nicht während der gesamten Lebensdauer der Waffe an dieser angebracht sein, sondern kann bei Bedarf an der Waffe angebracht werden. So kann es beispielsweise ausreichend sein, die Waffe während der Zeit einer Depoteinlagerung ohne Datenerfassungseinrichtung einzulagern, und die Waffe während eines Transports oder während der Lagerung in einem Einsatzgebiet mit der Datenerfassungseinrichtung zu versehen, um auf die Waffe von außen einwirkende Parameter zu ermitteln und im Datenspeicher abzuspeichern.

[0020] Die Datenerfassungseinrichtung kann dabei vorteilhafterweise Sensoren zur Erfassung der Temperatur, der Luftfeuchte, von Vibrationsbelastungen und/oder von Stoßbelastungen aufweisen, wobei die von diesen Sensoren gelieferten Messergebnisse an den Datenspeicher zur Speicherung übertragen und dort bei-

spielsweise in einer Ereignisdatenbank abgespeichert werden.

[0021] Vorteilhaft ist auch, wenn die Waffe einen Computer aufweist, der die gespeicherten Messergebnisse der Sensoren im Rahmen eines Systemtests der Waffe auswertet und dabei eine Entscheidung über die Verwendbarkeit und/oder die Restnutzungsdauer der Waffe zu treffen. Dieser Computer kann beispielsweise der zentrale Waffencomputer sein.

[0022] Vorteilhafterweise ermittelt der Computer auf der Grundlage der gespeicherten Messergebnisse der Sensoren und/oder der gespeicherten Zustandsparameter eine Ausfallwahrscheinlichkeit der Waffe, wobei diese Ausfallwahrscheinlichkeit oder eine daraus abgeleitete "GO/NOGO"-Entscheidung an der Waffe oder an einem an die Waffe angeschlossenen Testgerät angezeigt wird.

[0023] Die Datenerfassungseinrichtung erfasst somit auf die Waffe einwirkende Umwelteinflüsse, wobei die Auswertung dieser abgespeicherten Umwelteinflüsse, aber auch der in der Waffe abgespeicherten Zustandsparameter über die bisherige Lebensdauer der Waffe durch den waffeneigenen Computer durchgeführt wird und von diesem Computer auch die Restnutzungsdauer und/oder die Ausfallwahrscheinlichkeit der Waffe ermittelt und wiedergegeben wird.

[0024] Es wird sowohl durch das Verfahren der vorliegenden Erfindung, als auch durch die intelligente Waffe der Erfindung eine geschlossene Informationskette zu einer Waffe geschaffen, die über den gesamten Lebenszyklus der Waffe, also von der Entwicklung über die Produktion und die Lagerung bis hin zum Einsatz, umfangreiche Information waffenindividuell bereit hält und für Auswertungen bezüglich der Verwendbarkeit und der Restlebensdauer der Waffe zur Verfügung stellt. Eine derartige geschlossene Informationskette ermöglicht auf einfache Weise ein Lifecycle-Munitions-Management.

[0025] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Beispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert; in dieser zeigt die einzige Figur eine schematische Darstellung des Datenflusses beim erfindungsgemäßen Verfahren mit einer erfindungsgemäßen intelligenten Waffe.

DARSTELLUNG VON BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELEN

[0026] Fig. 1 stellt schematisch den Datenfluss bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit einer erfindungsgemäßen intelligenten Waffe dar. Die intelligente Waffe 1 ist im Ausführungsbeispiel als Marschflugkörper ausgebildet, der einen bordeigenen Datenspeicher 10 aufweist. Der Datenspeicher 10 ist mit einem bordeigenen Computer 12, beispielsweise dem Waffensteuerungsrechner, verbunden. Eine externe Datenausgabereinrichtung 14, die beispielsweise von einem Drucker, einem Bildschirm oder einem tragbaren Computer gebildet sein kann, ist an den bordeigenen Computer 12 angeschlossen.

[0027] Des weiteren ist die intelligente Waffe 1 mit einer externen Datenerfassungseinrichtung 2 versehen. Die Datenerfassungseinrichtung 2 weist mehrere Sensoren 20, 21, 22 auf, die die Temperatur, die Luftfeuchte sowie Vibrationsbelastungen und Stoßbelastungen erfassen, denen die Waffe 1 ausgesetzt ist. Die von den Sensoren 20, 21, 22 gelieferten Messdaten werden über eine Datenleitung 23 an den bordeigenen Datenspeicher 10 der Waffe 1 geliefert und dort abgespeichert.

[0028] Die Datenerfassungseinrichtung 2 ist unter Öffnung der Datenleitung 23 von der Waffe 1 abkoppelbar und wird nur bei Bedarf an der Waffe 1 angebracht. Dies kann beispielsweise dann der Fall sein, wenn die Waffe 1 transportiert wird oder außerhalb eines Waffendepots gelagert wird. Dann werden von den Sensoren der Datenerfassungseinrichtung die auf die intelligente Waffe 1 einwirkenden Umwelteinflüsse erfasst und im Datenspeicher 12 der Waffe 1 abgespeichert.

[0029] In der Produktionsphase oder unmittelbar nach der Produktionsphase der Waffe 1, die in der Fig. 1 mit dem Bezugszeichen "P" bezeichnet ist und symbolisch durch das Kästchen 3 dargestellt ist, werden bei produktionsbegleitenden Tests von entsprechenden (nicht gezeigten) Testeinrichtung gelieferte Daten im bordeigenen Datenspeicher 10 der Waffe 1 abgespeichert, was durch den Pfeil 30 symbolisiert ist. Zu diesen Daten gehören die Ergebnisse eines Fertigungs-Funktionstests (FFT) an der inerten Waffe 1, das heißt in dem Zustand, in welchem die Waffe noch nicht mit Pyrotechnik versehen ist. Zu diesem Fertigungs-Funktionstest gehören Prüfungen, die auf einem Fertigungs-Test-Equipment (FTE) durchgeführt werden, die Ergebnisse einer Selbsttest-Sequenz und die Ergebnisse einer Funktionstest-Sequenz. Die FTE-Prüfungen erfolgen an einem Prüfstand, an dem die intelligente Waffe im inerten Zustand getestet wird. Dabei werden als Messdaten beispielsweise Zeitpunkt, Dauer und Amplitude von Zündimpulsen, Spannungen, Ströme, Durchfluss des Kühlmittels (z.B. Argon) und die Triebwerksdrehzahl des mit Druckluft angeblasenen Triebwerks ermittelt. Des weiteren werden in der Produktionsphase P Ergebnisdaten eines Fertigungs-Endabnahmetests (FET) am letalen Flugkörper, das heißt an dem mit Pyrotechnik versehenen Flugkörper, im Datenspeicher 10 der Waffe 1 abgespeichert. Schließlich werden die Daten eines sporadisch durchgeführten finalen Bodentests (Final Ground Test; FGT) an den bordeigenen Datenspeicher 10 der Waffe 1 und/oder an einen externen, zentralen Datenspeicher 5 übergeben und dort abgespeichert.

[0030] Zusätzlich zu den vorgenannten Testdaten aus der Produktionsphase werden Daten von Fehlerbildern, die während der Produktion oder der die Produktion begleitenden beziehungsweise abschließenden Tests aufgetreten sind als Fehlerbild-Datensatz im Datenspeicher 10 der Waffe 1 abgelegt, was durch den Pfeil 32 symbolisiert ist. Als Ergänzung zum Fehlerbild-Datensatz können auch Daten über durchgeführte Fehlerbehebungsmaßnahmen im Datenspeicher 10 abgelegt werden.

[0031] Auf diese Weise wird eine ausführliche Datenhistorie über den Produktionsprozess der Waffe 1 im Datenspeicher 10 der Waffe angelegt.

[0032] Wenn die Waffe 1 vom Hersteller an den Kunden ausgeliefert worden ist, wird es zu bestimmten Anlässen erforderlich sein, Wartungsarbeiten an der Waffe durchzuführen. Derartige Wartungsarbeiten können auch Hard- und Software-Upgrades beinhalten, wobei ebenfalls Zustandsbilder der Waffe 1 ermittelt und im Datenspeicher 10 abgespeichert werden.

[0033] Die Wartungs- und Reparaturarbeiten, die mehrmals im Laufe der Lebensdauer der Waffe 1 erforderlich werden können, sind in der Figur durch das Kästchen 4 symbolisiert und als Wartungs-/Reparaturphase mit "W/R" bezeichnet.

[0034] Bei derartigen Wartungsarbeiten oder bei Reparaturmaßnahmen an der Waffe wird vor Beginn der Arbeiten zunächst eine Eingangsbefundung durchgeführt. Ebenso wird nach Beendigung der Wartungs- beziehungsweise Reparaturarbeiten ein abschließender Test durchgeführt. Die Ergebnisse der Eingangsbefundung und des abschließenden Tests werden ebenfalls als Daten in den Speicher 10 der Waffe 1 geschrieben, was durch den Pfeil 40 symbolisiert ist.

[0035] Während der Wartungs-/Reparaturphase werden Daten der Eingangsbefundung, also eines Eingangstests, eines Fertigungs-Funktionstests (FFT) am inerten Flugkörper sowie eines Fertigungs-Endabnahmetests (FET) am letalen Flugkörper wie in der Produktionsphase P durchgeführt und die entsprechenden Daten werden im Datenspeicher 10 der Waffe 1 abgelegt.

[0036] Schließlich werden, was durch den Pfeil 42 symbolisiert ist, auch Fehlerbilder, die während einer Wartung oder Reparatur aufgenommen werden, sowie Daten über entsprechende Fehlerbehebungsmaßnahmen im Datenspeicher 10 abgespeichert.

[0037] Des weiteren können auch Daten betreffend durchgeführte Hardware- oder Software Upgrades im Datenspeicher 10 abgelegt werden. Auch außerhalb einer beim Hersteller der Waffe 1 durchgeführten Wartung oder Reparatur können Funktionsüberprüfungen, beispielsweise im Munitionsdepot, oder vor beziehungsweise nach einem Transport der Waffe 1 durchgeführt werden. Auch die bei diesen Funktionsüberprüfungen ermittelten Ergebnisdaten werden im Datenspeicher 10 abgelegt.

[0038] Auf die vorbeschriebene Weise wird eine geschlossene Informationskette über Test- und Prüfergebnisse während der Produktionsphase und während der gesamten Nutzungsdauer der Waffe gebildet, bei der auch von extern auf die Waffe 1 ausgeübte Einflussparameter erfasst werden. Diese geschlossene Informationskette setzt sich aus den vorgehend genannten Daten, die in einer Datenbank im Speicher 10 der Waffe 1 abgelegt sind, zusammen. Auf der Grundlage dieser Daten kann dann mittels eines im bordeigenen Computer 12 ablaufenden Programms 13 eine sehr genaue Zustandsprüfung der Waffe 1 erfolgen, wozu die im Datenspeicher

12 gespeicherten Daten über eine Datenleitung 11 an den Computer 12 übergeben werden. Mittels des in der Figur symbolisch als Kästchen dargestellten Programms 13 können die unterschiedlichsten Auswertungen und Analysen zur Erstellung eines waffenspezifischen Zustandsbilds durchgeführt werden. Die vom Programm 13 gelieferten Ergebnisse werden über eine weitere Datenleitung 15 an die Anzeigevorrichtung 14 übergeben.

[0039] Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen intelligenten Waffe ist es möglich, auf schnelle und einfache Weise den Funktionszustand der intelligenten Waffe festzustellen. Dies kann beispielsweise auf Wunsch eines Nutzers vor Ablauf der Garantiezeit oder vor einer eventuellen Weiterveräußerung der Waffe 1 erfolgen. Des weiteren können Funktionsüberprüfungen durchgeführt werden, bevor und nachdem ein Hardware- oder Software-Update an der Waffe 1 vorgenommen wird.

[0040] Schließlich ist es auch möglich, vor Durchführung einer Schießkampagne Flugkörper zu selektieren. Dabei können der durch eine Funktionsüberprüfung ermittelte Leistungsstand des Flugkörpers und das Alter des Flugkörpers sowie eventuelle Abweichungen des Ist-Zustands vom Auslieferungszustand als Selektionskriterien dienen.

[0041] Auch kann mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens nach einem Transport der Waffe nachgeprüft werden, ob die Waffe während des Transports Schaden genommen hat. Schließlich ist es auch möglich, die als Marschflugkörper ausgebildete intelligente Waffe 1 auf ihre Funktionsfähigkeit hin zu überprüfen, falls diese zwischenzeitlich in einen inerten Zustand gebracht worden ist, um beispielsweise für Tragflüge verwendet zu werden, und nach Beendigung der Tragflüge wieder in den letalen Zustand zurückgerüstet worden ist.

[0042] Des weiteren können die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren durchführbaren Zustandsüberwachungen oder Zustandüberprüfungen durchgeführt werden, wenn die Waffe nach einem längeren Transport, zum Beispiel in ein Einsatzgebiet, in dem sie jedoch nicht verwendet worden ist, wieder in ein Depot eingelagert werden soll.

[0043] Die Anbindung der auch als Lebenslaufdatenbox bezeichneten Datenerfassungseinrichtung 2 kann, wie in der Figur gezeigt, mittels der Datenleitung 23 erfolgen, es ist aber auch möglich, die Sensoren 20, 21, 22 der Datenerfassungseinrichtung 2 mittels einer drahtlosen Verbindung mit dem Datenspeicher kommunizieren zu lassen.

[0044] Werden die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren ermittelten Ergebnisdaten einzelner intelligenter Waffen eines Waffenparks gleichartiger Waffen in einer Waffenpark-Datenbank in einem externen, zentralen Datenspeicher 5 zusammengefasst, so kann über die Zustandsüberwachung einzelner intelligenter Waffen auch der gesamte Waffenpark überwacht werden und es können über statistische Auswertungen neue, genauere Beurteilungsparameter für die einzelnen Zu-

standsgrößen ermittelt werden.

[0045] Ist die Waffe, wie im beschriebenen Beispiel, mit einem bordeigenen Datenspeicher 10 ausgestattet, so können die darin gespeicherten Daten ausgelesen und in den externen, zentralen Datenspeicher 5 übernommen werden. Mittels eines an den externen, zentralen Datenspeicher 5 angeschlossenen Computers 6, können Auswertungen eines aus einer Vielzahl von gleichartigen Waffen bestehenden Waffenparks durchgeführt werden. Der externe, zentrale Datenspeicher 5 und der externe Computer 6 können durch einen externen Computer, beispielsweise einen tragbaren Computer, gebildet sein. Mittels dieses externen Computers 6 und der externen, zentralen Datenbank 5 können auch bei intelligenten Waffen, die nicht mit einem bordeigenen Datenspeicher 10 und/oder einem im bordeigenen Computer 12 ablaufenden Auswertungsprogramms 13 versehen sind, bezüglich ihrer Verwendbarkeit oder ihrer Restnutzungsdauer oder anderer waffentypischer Parameter analysiert werden.

[0046] Der externe, zentrale Datenspeicher 5 kann über Datenleitungen 30', 32', 40', 42', 23' mit dem bordeigenen Datenspeicher 10 verbunden sein. Dabei stehen die Datenverbindungen 30', 32', 40', 42' und 23' symbolisch für entsprechende Datenverbindungen zwischen dem bordeigenen Datenspeicher 10 und dem externen Datenspeicher 5. Selbstverständlich können die entsprechenden Daten aus dem bordeigenen Datenspeicher auch über eine einzige physische Datenleitung auf dem Fachmann bekannte Weise in den externen Datenspeicher 5 übertragen werden.

[0047] Falls die Waffe 1 keinen bordeigenen Datenspeicher 10 besitzt, erfolgen die durch die Pfeile 30, 40 symbolisierten Transfers der Ergebnisdaten sowie die durch die Pfeile 32, 42 symbolisierten Transfers der Fehlerbilddaten unmittelbar in den externen, zentralen Datenspeicher 5, wobei selbstverständlich auch Identifikationsdaten der intelligenten Waffe 1 zu diesen Ergebnisdaten beziehungsweise Fehlerbilddaten im externen, zentralen Datenspeicher 5 abgespeichert werden. Der externe, zentrale Datenspeicher 5 übernimmt in diesem Fall die Speicherung der diversen Datensätze. Die Identifikationsdaten der Waffe 1 werden im übrigen auch im zentralen Datenspeicher 5 erfasst, wenn die Daten aus dem bordeigenen Datenspeicher 10 in den externen Datenspeicher 5 übertragen werden.

[0048] Ist die Waffe 1 nicht mit einem bordeigenen Datenspeicher 10 versehen, so können in der Datenerfassungseinrichtung 2 erfasste Sensordaten ebenfalls direkt in den externen, zentralen Datenspeicher 5 eingelesen werden, wobei auch hier Daten zur Zuordnung der entsprechenden Waffe 1 im Datenspeicher 5 abgespeichert werden.

[0049] Die von dem im externen Computer 6 laufenden Auswertungsprogramm gelieferten Ergebnisse werden über die Datenleitung 15' an die Datenausgabeeinrichtung 14 übergeben.

[0050] Durch die Anwendung des erfindungsgemäßen

Verfahrens in der Produktionsphase ergeben sich die folgenden Vorteile:

- es wird die automatische Auswertung der Ergebnisdaten erleichtert;
- die Anpassung von Schwellenwerten und Toleranzen an praktischrealistische Werte erhält eine begründbare Grundlage;
- Auffälligkeiten sind einfach zu identifizieren, wenn signifikante Abweichungen von bislang ermittelten Mittelwerten einzelner Ergebnisdaten auftreten, sodass beispielsweise wegdriftende Baugruppen erkannt werden können;
- die Fehlersuche bei einer Wartung oder Reparatur wird effizienter, da auf bereits bekannte Fehlerbilder, die im Datenspeicher abgelegt sind, zugegriffen werden kann;
- für jede intelligente Waffe wird zum Zeitpunkt der Auslieferung an den Nutzer, d.h. am Ende der Produktionsphase P, ein technisches Zustandsbild festgehalten, das während der Nutzung der Waffe als Referenz dienen kann.

[0051] Während der Nutzungsphase der intelligenten Waffe ergeben sich die folgenden Vorteile:

- eine fehlerhafte Handhabung der Waffe durch den Kunden bei Lagerung und/oder Transport kann durch Analyse der Messwerte der externen Datenerfassungseinrichtung 2 und durch den Vergleich mit dem Auslieferungszustand erkannt werden;
- Alterungseffekte können rechtzeitig vor dem Einsatz der Waffe oder vor einer Schießkampagne erkannt werden;
- eine Leistungsabnahme kann rechtzeitig vor dem Einsatz oder vor einer Schießkampagne erkannt werden, wodurch das Risiko einer Missions-Nichterfüllung oder von Kollateralschäden deutlich reduziert wird;
- die Auswahl einzelner Waffen nach bestimmten Leistungskriterien wird ermöglicht;
- die Fehlersuche wird durch die Möglichkeit des Zugriffs auf bereits bekannte, abgespeicherte Fehlerbilder effizienter;
- ein eventuelles Service-Erfordernis kann rechtzeitig erkannt werden.

[0052] Bezugszeichen in den Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen dienen lediglich dem besseren Verständnis der Erfindung und sollen den Schutzzumfang nicht einschränken.

Bezugszeichenliste

[0053] Es bezeichnen:

- | | |
|---|----------------------------|
| 1 | Waffe |
| 2 | Datenerfassungseinrichtung |

5 externer, zentraler Datenspeicher
 6 externer Computer
 10 Datenspeicher
 11 Datenleitung
 12 Computer/Datenspeicher
 13 Programm
 14 Datenausgabeeinrichtung
 15 Datenleitung
 15' Datenleitung
 20 Sensor
 21 Sensor
 22 Sensor
 23 Datenleitung
 23' Datenleitung
 30 Transfer der Ergebnisdaten in der Produktionsphase
 30' Datenleitung
 32 Transfer der Fehlerbilddaten in der Produktionsphase
 32' Datenleitung
 40 Transfer der Ergebnisdaten in der Wartungs-/Reparaturphase
 40' Datenleitung
 42 Transfer der Fehlerbilddaten in der Wartungs-/Reparaturphase
 42' Datenleitung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Zustandüberwachung einer intelligenten Waffe, insbesondere eines Marschflugkörpers, mit den Schritten:

- a) Erzeugen eines ersten Zustandsbilds der Waffe während der Fertigung der Waffe, wobei Ergebnisdaten zumindest eines Funktionstests der Waffe ermittelt und in einem Datenspeicher gespeichert werden;
- b) Erzeugen von zumindest einem weiteren Zustandsbild der Waffe in einem zeitlichen Abstand zum Erzeugen eines vorherigen Zustandsbilds, wobei Ergebnisdaten zumindest eines Funktionstests der Waffe ermittelt und in einem Datenspeicher gespeichert werden;
- c) Vergleich der Ergebnisdaten aus Schritt b) mit den Ergebnisdaten aus zumindest einem vorherigen Schritt und Ermittlung von Unterschieden sowie von Trends in den einzelnen Ergebnisdaten;
- d) Entscheidung über die Restnutzungsdauer und das Wartungserfordernis auf der Grundlage der Ergebnisse aus Schritt c).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Schritte b) und c) im Laufe der Lebensdauer der Waffe mehrfach durchlaufen werden, wobei

dann im Schritt c) die Trendermittlung auf der Basis des aktuellen Zustandsbilds und der gespeicherten Daten vorheriger Zustandbilder erfolgt.

5 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das im Schritt b) erfolgende Erzeugen weiterer Zustandbilder turnusmäßig oder ereignisgesteuert stattfindet.

10 4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**,

- **dass** weiterhin während zumindest eines Zeitabschnitts der Lebensdauer der Waffe eine kontinuierliche Überwachung von auf die Waffe einwirkenden exogenen Einflüssen erfolgt, wobei Messergebnisse dieser Einflüsse ermittelt und in dem Datenspeicher abgespeichert werden; und
- **dass** die unmittelbaren Messergebnisse und/oder die Messergebnisse unter Berücksichtigung von deren Einwirkdauer auf die Waffe mit vorgegebenen Daten verglichen werden und
- **dass** die Entscheidung über die Restnutzungsdauer und das Wartungserfordernis auch auf der Grundlage dieses Vergleichs erfolgt.

30 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** im Schritt a) zusätzlich Fehlerbilder, die während der Fertigung der Waffe, insbesondere während der Funktionstests, auftreten, im Datenspeicher gespeichert werden.

35 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** im Schritt b) zusätzlich Fehlerbilder, die während der Lebensdauer der Waffe, insbesondere während der Funktionstests, auftreten, im Datenspeicher gespeichert werden.

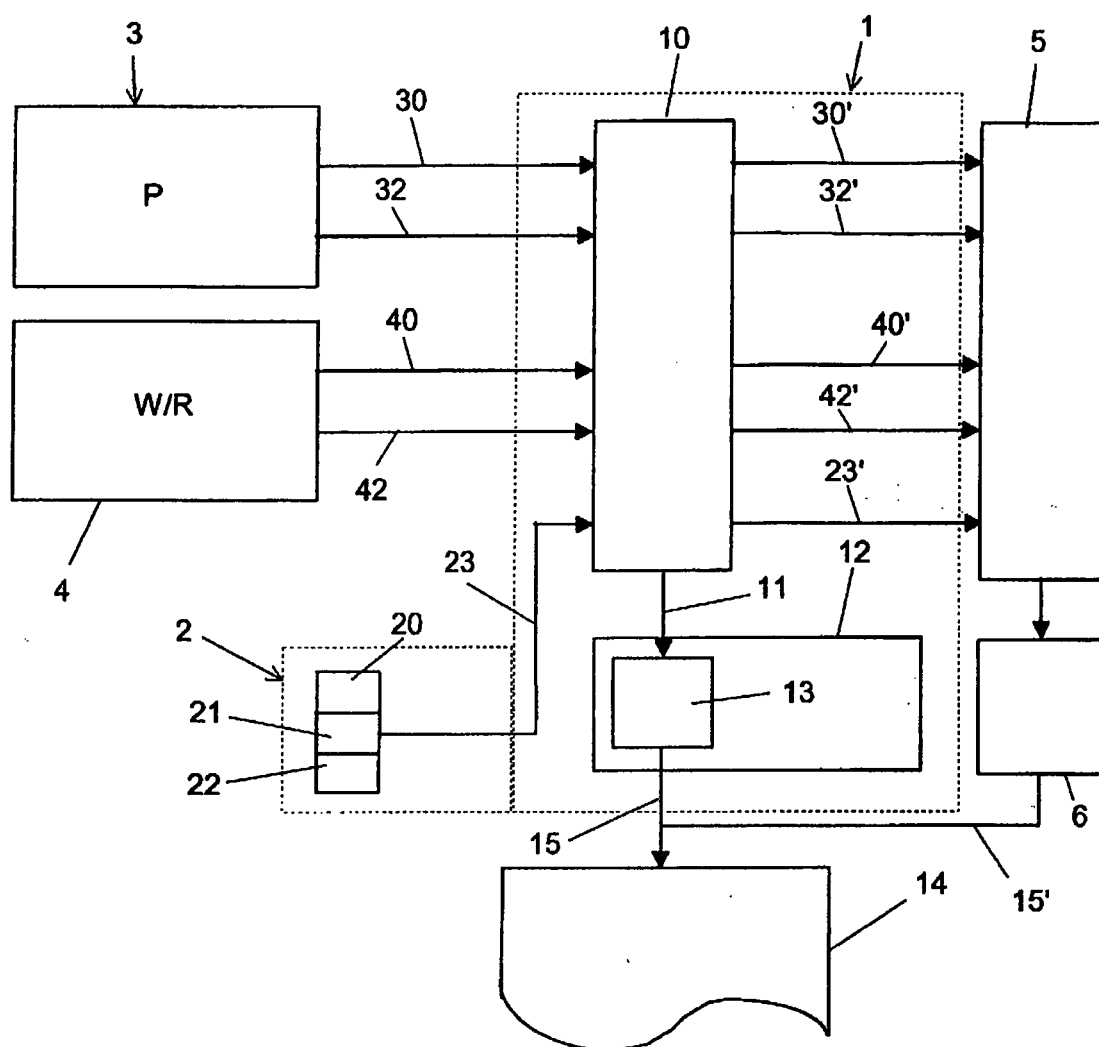
40 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Ergebnisdaten im Schritt a) alternativ oder zusätzlich in einer zentralen Datenbank auf einem externen Datenspeicher gespeichert werden, wobei in dieser zentralen Datenbank die Ergebnisdaten von einer Mehrzahl von intelligenten Waffen gespeichert werden.

50 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Ergebnisdaten im Schritt b) alternativ oder

zusätzlich in einer zentralen Datenbank auf einem externen Datenspeicher gespeichert werden, wobei in dieser zentralen Datenbank die Ergebnisdaten von einer Mehrzahl von intelligenten Waffen gespeichert werden.

5

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8,
bei dem auf der Grundlage der in der zentralen Datenbank gespeicherten Ergebnisdaten einer Mehrzahl von intelligenten Waffen gleichartige Ergebnisdaten einzelner Waffen jeweils miteinander verglichen werden und wobei auf der Grundlage dieses Vergleichs der einzelnen Ergebnisdaten empirische Schwellenwerte als Toleranzgrenzen bestimmt werden. 10
15
10. Intelligente Waffe, insbesondere Marschflugkörper, mit einem Datenspeicher (5; 10), in welchem während der Fertigung ermittelte Zustandsparameter als Ergebnisdaten eines Funktionstests abgespeichert sind und der dazu ausgebildet ist, während der Lebensdauer der Waffe (1) weitere Zustandsparameter abzuspeichern. 20
11. Intelligente Waffe nach Anspruch 10, 25
dadurch gekennzeichnet,
dass die Waffe (1) mit einer externen Datenerfassungseinrichtung (2) versehbar ist, die für den operationellen Einsatz der Waffe (1) von dieser abkoppelbar ist, und die mit dem Datenspeicher (5; 10) zur Datenübertragung verbunden ist. 30
12. Intelligente Waffe nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Datenerfassungseinrichtung (2) Sensoren (20, 21, 22) zur Erfassung der Temperatur, der Luftfeuchte, von Vibrationsbelastungen und/oder von Stoßbelastungen aufweist und dass die Messergebnisse der Sensoren (20, 21, 22) an den Datenspeicher (5; 10) zur Speicherung übertragen werden. 35
40
13. Intelligente Waffe nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Waffe (1) einen Computer (12) aufweist, der die gespeicherten Messergebnisse der Sensoren (20, 21, 22) im Rahmen eines Systemtests der Waffe (1) auswertet und dabei eine Entscheidung über die Verwendbarkeit und/oder die Restnutzungsdauer der Waffe (1) trifft. 45
50
14. Intelligente Waffe nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Computer (12) auf der Grundlage der gespeicherten Messergebnisse der Sensoren (20, 21, 22) und/oder der gespeicherten Zustandsparameter eine Ausfallwahrscheinlichkeit der Waffe (1) ermittelt. 55



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102004042990 A1 [0002]