



(10) **DE 20 2013 007 283 U1** 2013.11.14

(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Aktenzeichen: **20 2013 007 283.0**  
 (22) Anmeldetag: **14.08.2013**  
 (47) Eintragungstag: **25.09.2013**  
 (45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **14.11.2013**

(51) Int Cl.: **G06F 15/76 (2013.01)**

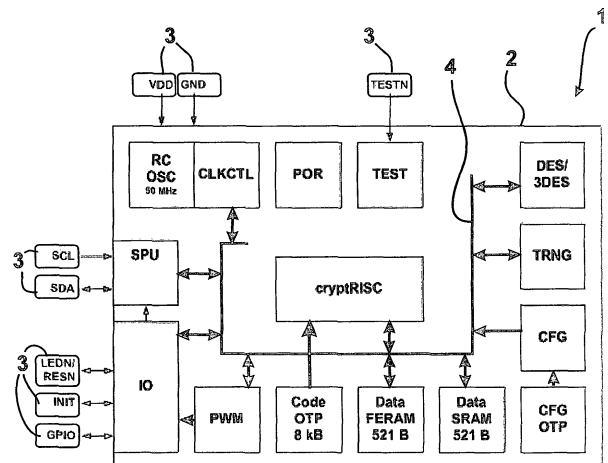
(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:  
**ARTECH GmbH design + production in plastic,**  
**44149, Dortmund, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Integrierter elektronischer Schaltkreis für ein Steuermodul zur Anbringung auf einer Verbrauchsmaterialkartusche, Steuermodul und Verbrauchsmaterialkartusche für einen Drucker**

(57) Hauptanspruch: Integrierter elektronischer Schaltkreis (2) für ein Steuermodul (1) zur Anbringung auf einer Verbrauchsmaterialkartusche, zumindest umfassend die über Prozessorbusleitungen miteinander verbundenen Funktionsblöcke:

- Prozessorkern mit programmierbarem Codespeicher
- lesbarer und wiederbeschreibbarer Datenspeicher
- serielle bidirektionale Schnittstelle dadurch gekennzeichnet, daß
- der Prozessorkern als cryptRISC-Prozessorkern ausgebildet ist, der eine RISC-Prozessorarchitektur mit zusätzlichen kryptographischen Befehlen aufweist, und
- die bidirektionale Schnittstelle bezüglich der Beschaltung der Kontaktelemente (3) und der eingesetzten Datenübertragungsprotokolle frei programmierbar ausgebildet ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen integrierten elektronischen Schaltkreis für ein Steuermodul zur Anbringung auf einer Verbrauchsmaterialkartusche, zumindest umfassend die über Prozessorbusleitungen miteinander verbundenen Funktionsblöcke:

- Prozessorkern mit programmierbarem Codespeicher,
- lesbarer und wiederbeschreibbarer Datenspeicher,
- serielle bidirektionale (I/O) Schnittstelle.

**[0002]** Ein Steuermodul mit einem derartigen Schaltkreis sowie eine Verbrauchsmaterialkartusche, beispielsweise eine Tinten- oder Tonerkartusche für einen Drucker mit einem derartigen Steuermodul sind ebenfalls Gegenstand der Erfindung.

**[0003]** Im Stand der Technik sind Drucker, beispielsweise Tintenstrahl- und Laser-Drucker, in einer Vielzahl von unterschiedlichen Ausführungsformen bekannt. Zur Versorgung mit Verbrauchsmaterial werden in der Regel austauschbare Einweg-Verbrauchsmaterialbehälter, sogenannte Verbrauchsmaterialkartuschen verwendet, beispielsweise Tinten- oder Tonerkartuschen, welche im Folgenden kurz als Kartuschen bezeichnet werden. Diese werden zum Betrieb in entsprechende Kartuschenaufnahmevorrichtungen in dem Drucker eingesetzt. Wenn eine Kartusche leer ist, wird sie aus dem Drucker entnommen, entsorgt und durch eine gefüllte Kartusche ersetzt, oder mit Verbrauchsmaterial wiederbefüllt.

**[0004]** Üblicherweise werden Kartuschen mit einem elektronischen Steuermodul versehen, welches zur Authentifizierung der Kartusche dient und zur Speicherung spezifischer Daten einen wiederbeschreibbaren Datenspeicher enthält. Das Steuermodul ist mit elektrischen Kontaktelementen verbunden, das sind von außen zugängliche Kontaktflächen. Wird eine Kartusche in einen Drucker eingesetzt, treffen sie auf Drucker-Kontaktelemente, die sich in der Kartuschenaufnahmevorrichtung des Druckers befinden. Die Drucker-Kontaktelemente sind intern mit den Steuerleitungen des Druckers verbunden, über die von dem Drucker neben der Versorgungsspannung nach einem seriellen Datenübertragungsprotokoll auch Datensignale übertragen werden. Auf diese Weise können vom Drucker Daten aus dem Speicherelement der Tintenkartusche ausgelesen werden, beispielsweise zu Typ, Kapazität, Tinte, Toner, Farbe etc., und es können Daten in den Speicher geschrieben werden, beispielsweise zum aktuellen Rest-Tintenfüllstand. Dadurch kann ein Nutzer jederzeit über den aktuellen Tintenfüllstand einer Tintenkartusche informiert und gegebenenfalls aufgefordert werden, eine leere oder in Kürze verbrauchte Kartusche rechtzeitig zu ersetzen.

**[0005]** Während zu Beginn der Entwicklung einfache Ausführungen von Steuermodulen in Form von Speicherbausteinen verwendet wurden, die im wesentlichen aus Speicherzellen und einer fest vorgegebenen Ein-/Ausgabe-Steuerlogik bestanden, werden aktuell fortgeschrittene Entwicklungen benutzt, bei denen komplexere Datenoperationen ausgeführt werden und der Datenaustausch mit einem Drucker über speziell angepasste Schnittstellen erfolgt. Die wesentlichen elektronischen Funktionen eines derartigen komplexen Steuermoduls werden aus Effizienz- und Kostengründen in einem integrierten Schaltkreis zusammengefasst, einem monolithischen Bauelement, welches auf einem Halbleitersubstrat ausgebildete digitale Funktionsblöcke aufweist, die über einen internen Prozessorbus miteinander kommunizieren. Zu den wesentlichen Funktionsblöcken zählen ein Prozessorkern einschließlich Programmcode-Speicher (Codespeicher), lesbare und/oder wiederbeschreibbare Speicherbereiche sowie eine serielle bidirektionale Schnittstelle zur Datenkommunikation. Zum Anschluß der Stromversorgung sowie für den Datenaustausch mit dem Drucker weist der Schaltkreis nach außen herausgeführte Kontaktelemente (pins) auf, die mit den Kontaktelementen des Steuermoduls verbunden sind.

**[0006]** Der wesentliche Zweck der Steuermodule besteht heute darin, die Benutzer der Drucker an die ausschließliche Verwendung des jeweils passenden Verbrauchsmaterials, zum Beispiel Original-Tintenkartuschen des jeweiligen Druckerherstellers zu binden. Hierzu werden die Halbleiterspeichermittel in zunehmendem Maße mit komplexen logischen Schaltungen zur Authentifizierung ausgerüstet, die auch kryptographische Datenverschlüsselungseinrichtungen aufweisen. Dadurch ist es technisch aufwendig, kompatible Ersatz-Tintenkartuschen bereitzustellen, auch wenn tatsächlich nur der Tintenfüllstand auf den Tintenkartuschen gespeichert werden soll. Ein derartiges Steuermodul ist beispielsweise in der WO2009145775A1 beschrieben.

**[0007]** Ein weiteres Problem für die Bereitstellung von Ersatz-Kartuschen ergibt sich daraus, daß jeder Druckerhersteller eigene, nicht standardisierte Datenübertragungsprotokolle anwendet. So wird in der EP 1 736 318 A2 ein Steuermodul beschrieben, welches eine Schnittstelle mit zwei Stromversorgungs- und zwei Datenübertragungsleitungen aufweist sowie eine Lichtemissionssteuerschaltung zur optischen Datenübertragung an den Drucker, die ebenfalls von dem integrierten Schaltkreis gesteuert wird. Das aus der EP 2 361 770 A1 bekannte Steuermodul eines anderen Druckerherstellers hat drei Daten- und zwei Stromversorgungsleitungen, ein weiterer Druckerhersteller verwendet gemäß der EP 2 607 082 A1 insgesamt drei kombinierte Daten-Stromversorgungsleitungen.

**[0008]** Angesichts der vorangehend erläuterten Probleme im Stand der Technik liegt der Erfindung die Motivation zugrunde, einen universellen integrierten Schaltkreis für ein Steuermodul zur Verfügung zu stellen, der flexibel unterschiedliche Authentifizierungsverfahren ausführen kann und an eine Vielzahl von unterschiedlichen Datenübertragungsprotokollen und physisch unterschiedlichen Schnittstellen anpassbar ist.

**[0009]** Zur Lösung der vorgenannten Problematik wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß

- der Prozessorkern als cryptRISC-Prozessorkern ausgebildet ist, der eine RISC-Prozessorarchitektur mit zusätzlichen kryptographischen Befehlen aufweist, und
- die bidirektionale Schnittstelle bezüglich der Beschaltung der Kontaktelemente (pins) und der eingesetzten Datenübertragungsprotokolle frei programmierbar ausgebildet ist.

**[0010]** Die Besonderheit der Erfindung besteht darin, daß ein für die spezifische Anwendung – nämlich kryptographisch verschlüsseltem Datenaustausch – besonders gut geeigneter, dabei hoch effizienter Prozessorkern verwendet wird, der über eine in weiten Grenzen programmierbaren, d. h. frei konfigurierbaren Schnittstelle (interface) mit einem Drucker kommunizieren kann.

**[0011]** Der erfindungsgemäß eingesetzte cryptRISC-Prozessorkern ist vom Grundsatz her ein RISC (Reduced Instruction Set Computer)-Prozessor, d. h. ein Prozessor mit einem reduzierten Befehlssatz, der ein einfaches und kostengünstiges Chipdesign und eine hohe Arbeitsgeschwindigkeit (Taktfrequenz) ermöglicht. Beim cryptRISC-Design wird dieser Ansatz weiter verfolgt, wobei der Befehlssatz um typische in kryptographischen Verfahren genutzte Befehle (Krypto-Befehle) erweitert wird. Ein typischer Befehlssatz umfaßt beispielsweise die folgenden Befehle: Permutation (Bit-orientiert, Byte-orientiert), Multiplikation/Division, Galois-Feld-Arithmetik (Matrix-Multiplikation, Inverse Multiplikation), Affine und Inverse Affine Transformation, Rotation, Verschiebung (shifting), Tabellenoperationen (Table look-up: 4/8/32-bit substitution, 16-256 table entries), Arithmetische Operationen (ADD, SUB) und Logische Operationen (XOR, OR, AND, NOT). Gegebenenfalls können noch weitere spezifische Befehle implementiert werden. Der besondere Vorteil eines derartigen cryptRISC-Prozessorkerns ist, daß gängige kryptographische Algorithmen wie DES (Data Encryption Standard) oder AES (Advanced Encryption Standard) hoch effizient durchgeführt werden können. Dank der integrierten Krypto-Befehle kann mit einem cryptRISC-Prozessorkern eine deutlich höhere Verarbeitungsgeschwindigkeit erreicht werden als mit einem herkömmlichen Prozessor mit zusätzlichem Krypto-Coprozessor. Dies ist für die Anwen-

dung in einem Steuermodul für Verbrauchsmaterialkartuschen von besonderer Bedeutung, da in dieser speziellen Anwendung die Datenübertragungsgeschwindigkeit in der Regel so hoch ist, daß einfache, auf Standard-Mikrocontrollern basierte Ersatzlösungen nicht funktionieren.

**[0012]** Weitere Vorteile sind von cryptRISC-Prozessorkernen sind, daß sie flexibel zur Verarbeitung unterschiedlichster Datenübertragungsprotokolle programmiert werden können und zudem kostengünstig als ASIC (Application Specific Integrated Circuit) realisiert werden können.

**[0013]** Ein weiterer wesentlicher Vorteil der Erfindung ergibt sich daraus, daß die Schnittstelle durch entsprechende Programmierung in weiten Grenzen frei konfigurierbar ist. Dies betrifft einerseits die physischen Anschlüsse, wie etwa die unterschiedliche Anzahl und Belegung der Daten- und Versorgungsspannungsleitungen in unterschiedlichen Druckertypen (siehe oben). Andererseits kann die Datenverarbeitung durch entsprechende Programmierung an die unterschiedlichsten Datenübertragungsprotokolle angepasst werden, bei denen es sich in der Regel um Druckerhersteller-spezifische, proprietäre Protokolle handelt. Außerdem können kontaktlose Datenübertragungsverfahren ebenfalls realisiert werden, beispielsweise opto-elektronisch durch Ansteuerung von lichtemittierenden Elementen (LEDs oder dergleichen).

**[0014]** Durch die erfindungsgemäße Kombination eines cryptRISC-Prozessorkerns mit einer frei konfigurierbaren Schnittstelle kann durch entsprechende Programmierung und Verwendung einer Kontaktplatte mit angepaßter Kontaktgeometrie ein erfindungsgemäßes Steuermodul für eine Vielzahl unterschiedlicher Kartuschen- und Druckertypen verschiedener Druckerhersteller verwendet werden. Dadurch kann sowohl der Entwicklungs- als auch der Herstellungsaufwand für kompatible Kartuschen von unabhängigen Drittanbietern erheblich reduziert werden.

**[0015]** Zweckmäßigerweise ist ein Oszillator für den Prozessortakt integriert. Dieser bestimmt die Arbeitsgeschwindigkeit des Prozessorkerns.

**[0016]** Vorzugsweise ist ein Zufallszahlengenerator zur Generierung echter Zufallszahlen (true random number generator TRNG) integriert. Dadurch können für kryptographische Operationen erforderliche Zufallszahlen effizient zur Verfügung gestellt werden.

**[0017]** Es ist weiterhin vorteilhaft, daß eine Verschlüsselungseinheit integriert ist. Dabei handelt es sich um einen Schaltungsblock, in dem Algorithmen für spezielle kryptographische Standardverfahren fest verdrahtet sind, beispielsweise für DES (data encryption standard)-Verfahren oder 3DES (dreifa-

ches DES). Dadurch können die Verschlüsselungsverfahren besonders effizient angewendet werden.

**[0018]** Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert. Im Einzelnen zeigen:

**[0019]** [Fig. 1](#) ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Schaltkreises,

**[0020]** [Fig. 2](#) ein Steuermodul mit einem erfindungsgemäßen Schaltkreis gemäß [Fig. 1](#),

**[0021]** [Fig. 3](#) ein Blockschaltbild eines Steuermoduls nach dem Stand der Technik,

**[0022]** [Fig. 4](#) eine Tintenkartusche mit einem Steuermodul gemäß [Fig. 2](#).

**[0023]** In [Fig. 1](#) ist schematisch ein erfindungsgemäßes Steuermodul **1** dargestellt. Es umfasst einen erfindungsgemäßen integrierten Schaltkreis **2**, der als Blockschaltbild dargestellt ist, der mit Kontaktelementen **3** verbunden sind, d. h. von außen zugänglichen, leitenden Kontaktflächen (auch als Terminals oder Kontaktpads bezeichnet).

**[0024]** Der Schaltkreis **2** weist eine Mehrzahl von integrierten Funktionsblöcken auf:

- cryptRISC: Prozessorkern, der auf RISC-Architektur basiert und für kryptographische Operationen optimiert ist.
- IO: frei programmierbare, serielle bidirektionale Schnittstelle (Interface). Durch eine entsprechende Programmierung, die in einem Konfigurations-Speicher gespeichert wird, kann die Schnittstelle erfindungsgemäß in weiten Grenzen konfiguriert werden. Beispielsweise kann die Belegung der nach außen herausgeführten Kontaktelemente vorgegeben werden, um ein Ein-, Zwei- oder Mehrdraht-Interface zu realisieren. Entsprechend dem jeweils angewendeten Datenaustauschprotokoll erfolgt die Aufbereitung der vom Drucker empfangenen und zum Drucker gesendeten Datensignale.
- SPU: Signalverarbeitungseinheit. In diesem Schaltungsblock der Schnittstelle werden Daten- und Steuersignale vom Drucker empfangen und an diesen gesendet. Die SPU kann erfindungsgemäß ebenfalls konfiguriert werden.
- PWM: Pulsweitenmodulator. Durch Pulsweitenmodulation können analoge Signale nachgebildet werden, beispielsweise Ströme zur Simulation von ohmschen Widerständen.
- Code OTP: Codespeicher für cryptRISC-Programmierung. Der Codespeicher ist bevorzugt als beschreibbarer oder mehrfach wiederbeschreibbarer, nichtflüchtiger Speicher ausgebildet (EEPROM) und nimmt das Betriebsprogramm für den Prozessorkern auf. Dadurch erfolgt die Anpassung

des Steuermoduls an die unterschiedlichen geforderten Anwendungen auf Verbrauchsmaterialkartuschen für unterschiedliche Drucker.

- Data FERAM: wiederbeschreibbarer nichtflüchtiger Datenspeicher. FERAM-Speicher haben eine besonders hohe Speichergeschwindigkeit und ermöglichen daher eine flexible Anpassung an Anwendungen mit hoher Datenverarbeitungsgeschwindigkeit. Dadurch können auch proprietäre Hochgeschwindigkeits-Datenübertragungsprotokolle, wie sie von Druckerherstellern zur Kommunikation des Druckers mit Steuermodulen auf Verbrauchsmaterialkartuschen eingesetzt werden, universell umgesetzt werden.
- Data SRAM: wiederbeschreibbarer Datenspeicher
- CFG: Konfigurationseinheit
- TRNG: Zufallszahlengenerator zur Erzeugung echter Zufallszahlen
- DES/3DES: Verschlüsselungseinheit für die Verschlüsselungsstandards DES bzw. 3DES. Die Standard-Krypto-Algorithmen werden fest verschaltet bereitgestellt. Dadurch wird eine hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit insbesondere für kryptographische Operationen ermöglicht.
- RC OSC: Oszillator für Prozessortakt
- POR: Zurücksetzen beim Einschalten (power-on-reset)
- TEST: Testschaltung

**[0025]** Die vorgenannten Funktionsblöcke sind über einen internen Bus (Prozessorbus) **4** miteinander verbunden.

**[0026]** Gegebenenfalls können weitere Funktionsblöcke vorgesehen werden.

**[0027]** Über die Kontaktelemente (**3**) VDD und GND wird die Versorgungsspannung an den Schaltkreis **2** angelegt.

**[0028]** Der Funktionsblock SPU, der seinerseits mit der Schnittstelle **10** und dem Bus **4** verbunden ist, ist mit dem Kontaktelement (**3**) SCL verbunden, über das ein externes Taktsignal eingespeist wird, sowie dem Kontaktelement SDA, welches zur Eingabe von Datensignalen vom Drucker und Ausgabe von Datensignalen an den Drucker dient (bidirektionale Datenkommunikation).

**[0029]** Bei der frei programmierbaren Schnittstelle **10** sind beispielhaft einige mögliche Kontaktelemente **3** angegeben:

- LEDN/RESN: RESET-Eingang/Ausgang, LED-Ansteuerung
- INIT: Initialisierung
- GPIO: Allzweckeingabe/-ausgabe (General Purpose Input-Output): Hierbei handelt es sich um frei programmierbare Ein- und Ausgänge, die zur Ein- und Ausgabe beliebiger digitaler Daten und

Steuersignale konfiguriert werden können. Ferner ist es möglich, durch die angeschlossene Pulsweitenmodulationseinheit PWM quasi-analoge Signale auszugeben, beispielsweise Steuerströme für opto-elektronische Übertragungselemente (LED) oder zur Simulation von Prüf- oder Meßwiderständen.	<b>100</b>	Steuermodul
	<b>200</b>	Steuermodul
	<b>201</b>	Leuchtdiode
	<b>300</b>	Tintenkartusche

**[0030]** Durch die erfindungsgemäß frei programmierbare Schnittstellen, die im gezeigten Beispiel die Funktionsblöcke IO, SPU und PWM umfasst, kann der cryptRISC-Prozessorkern über eine in weiten Grenzen frei anpaßbare Schnittstellenkonfiguration mit einem Drucker kommunizieren. Dadurch kann eine flexible Anpassung an die unterschiedlichsten Druckermodelle von verschiedenen Herstellern erfolgen. Durch den verwendeten cryptRISC-Prozessorkern und die speziell angepassten Hilfsmodule (TRNG, DES, etc.) wird eine hohe Datenverarbeitungsgeschwindigkeit gewährleistet, so daß eine Anpassung an unterschiedliche Datenübertragungsprotokolle gewährleistet ist, auch wenn diese hohe Datenübertragungsraten bzw. Datenverarbeitungsgeschwindigkeiten erfordern.

**[0031]** Durch die besondere Anpaßbarkeit eines erfindungsgemäßen Steuermoduls **1** kann die Funktion eines Steuermoduls **100** eines ersten Druckerherstellers, wie es in [Fig. 3](#) beispielhaft dargestellt ist, nachgebildet werden, oder auch für ein davon unterschiedliches Steuermodul **200** eines anderen Druckerherstellers, wie es in [Fig. 4](#) gezeigt ist. Eine Besonderheit des Steuermoduls **200** besteht beispielsweise darin, daß es zusätzlich eine opto-elektronische Element, nämlich eine Leuchtdiode (LED **201**) aufweist, die von dem erfindungsgemäßen Schaltkreis über einen entsprechend programmierten Steuerausgang GPIO angesteuert werden kann.

**[0032]** [Fig. 2](#) zeigt eine praktische Ausführung eines erfindungsgemäßen Steuermoduls **1**. Auf einer Leiterplatte **5** (Platine PCB) sind die Kontaktelemente **3** entsprechend der Kontaktgeometrie in einem Drucker angeordnet, in den eine Verbrauchsmaterialkartusche eingesetzt werden kann.

**[0033]** Als Beispiel für eine Verbrauchsmaterialkartusche ist in [Fig. 5](#) eine Tintenkartusche **300** dargestellt, die mit einem Steuermodul **1** gemäß [Fig. 2](#) ausgestattet ist.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Steuermodul
<b>2</b>	Schaltkreis
<b>3</b>	Kontaktelemente
<b>4</b>	Bus
<b>5</b>	Leiterplatte

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- WO 2009145775 A1 [\[0006\]](#)
- EP 1736318 A2 [\[0007\]](#)
- EP 2361770 A1 [\[0007\]](#)
- EP 2607082 A1 [\[0007\]](#)

### Schutzansprüche

1. Integrierter elektronischer Schaltkreis (2) für ein Steuermodul (1) zur Anbringung auf einer Verbrauchsmaterialkartusche, zumindest umfassend die über Prozessorbussleitungen miteinander verbundenen Funktionsblöcke:

- Prozessorkern mit programmierbarem Codespeicher
- lesbarer und wiederbeschreibbarer Datenspeicher
- serielle bidirektionale Schnittstelle

**dadurch gekennzeichnet**, daß

- der Prozessorkern als cryptRISC-Prozessorkern ausgebildet ist, der eine RISC-Prozessorarchitektur mit zusätzlichen kryptographischen Befehlen aufweist, und
- die bidirektionale Schnittstelle bezüglich der Beschaltung der Kontaktelemente (3) und der eingesetzten Datenübertragungsprotokolle frei programmierbar ausgebildet ist.

2. Schaltkreis (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß er einen Oszillator (OSC) für den Prozessortakt umfasst.

3. Schaltkreis (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß er einen Zufallszahlengenerator (TRNG) zur Generierung echter Zufallszahlen umfasst.

4. Schaltkreis (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß er eine Verschlüsselungseinheit (DES/3DES) umfasst.

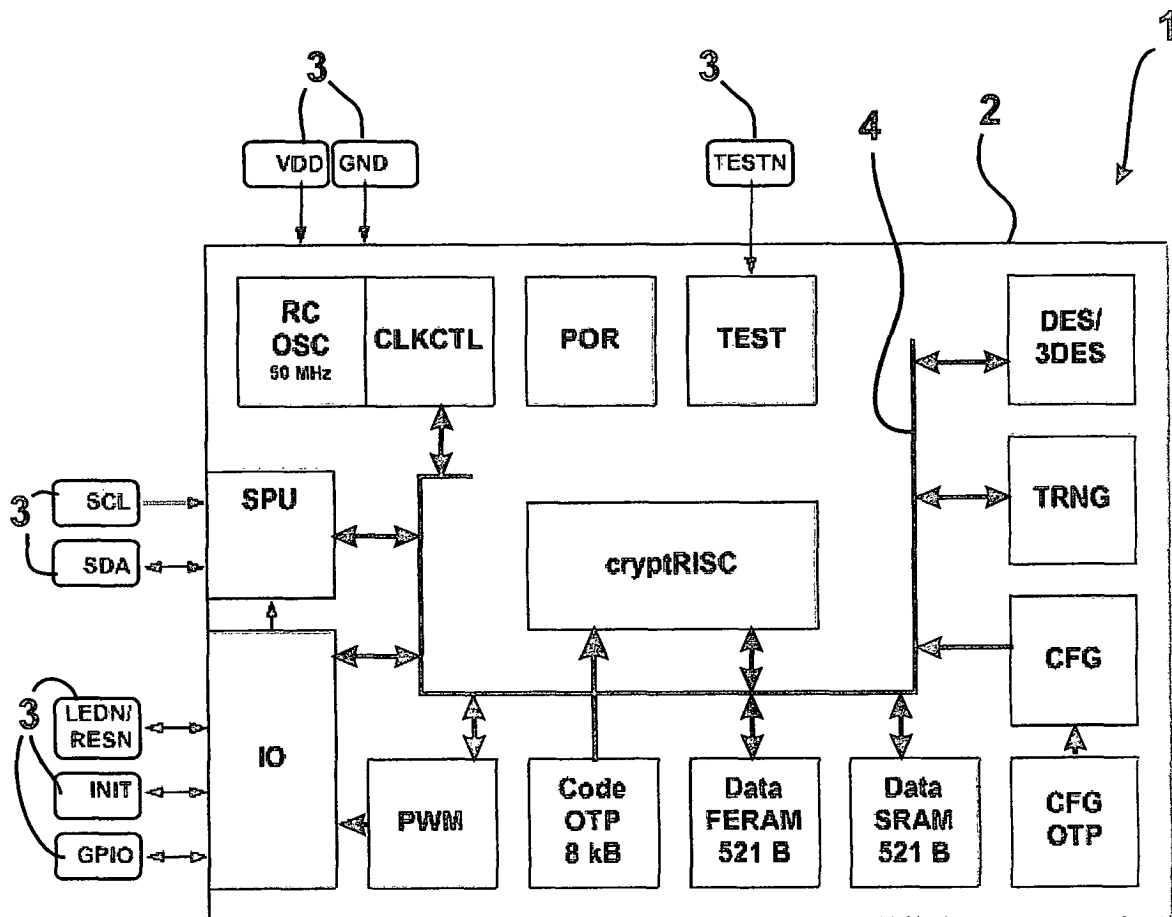
5. Steuermodul (1) für eine Verbrauchsmaterialkartusche, gekennzeichnet durch einen Schaltkreis (2) gemäß Anspruch 1.

6. Verbrauchsmaterialkartusche (300), gekennzeichnet durch ein Steuermodul (1) gemäß Anspruch 4.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

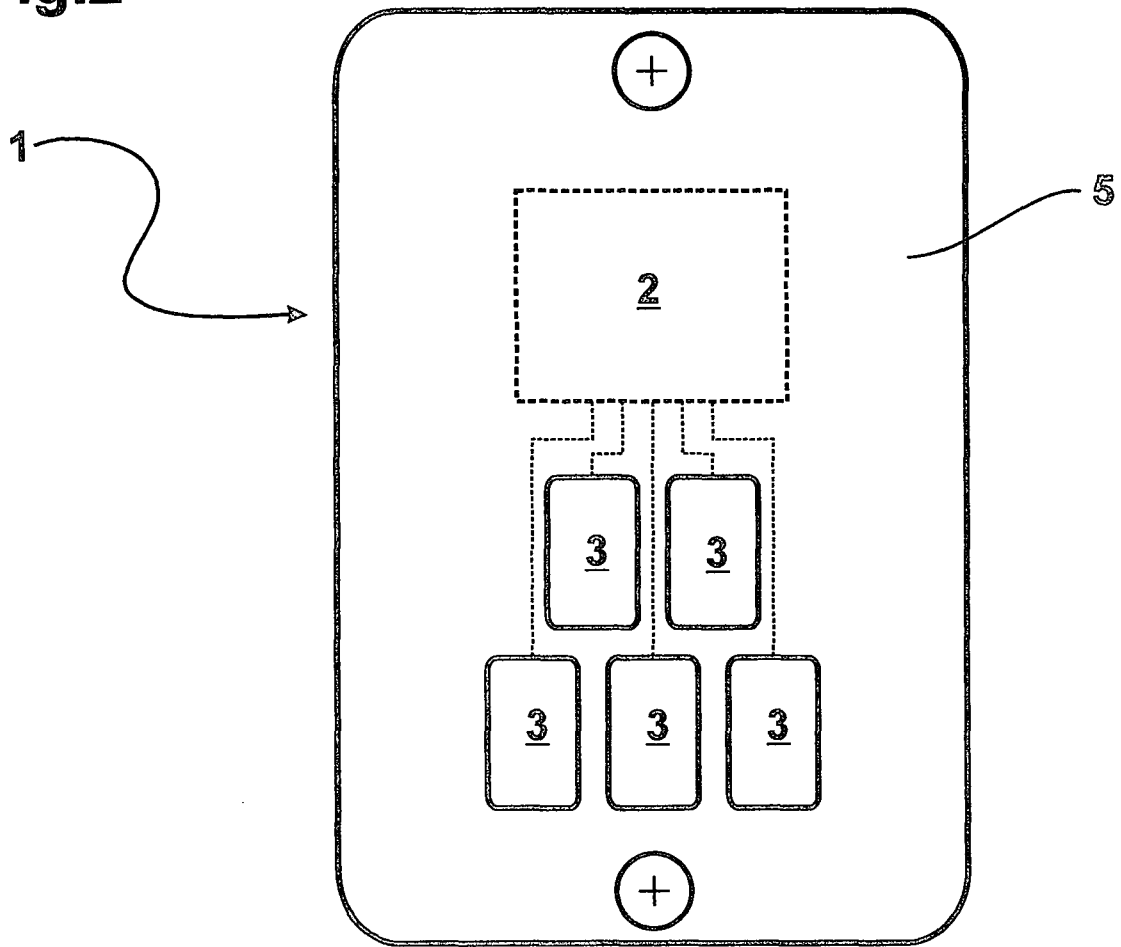
Anhängende Zeichnungen

Fig.1

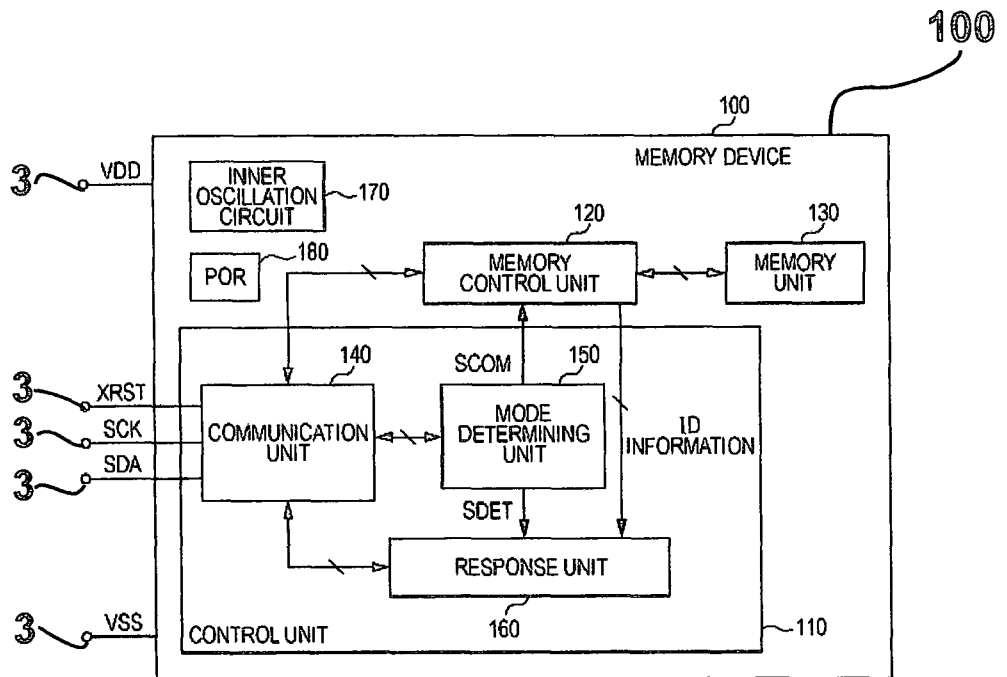




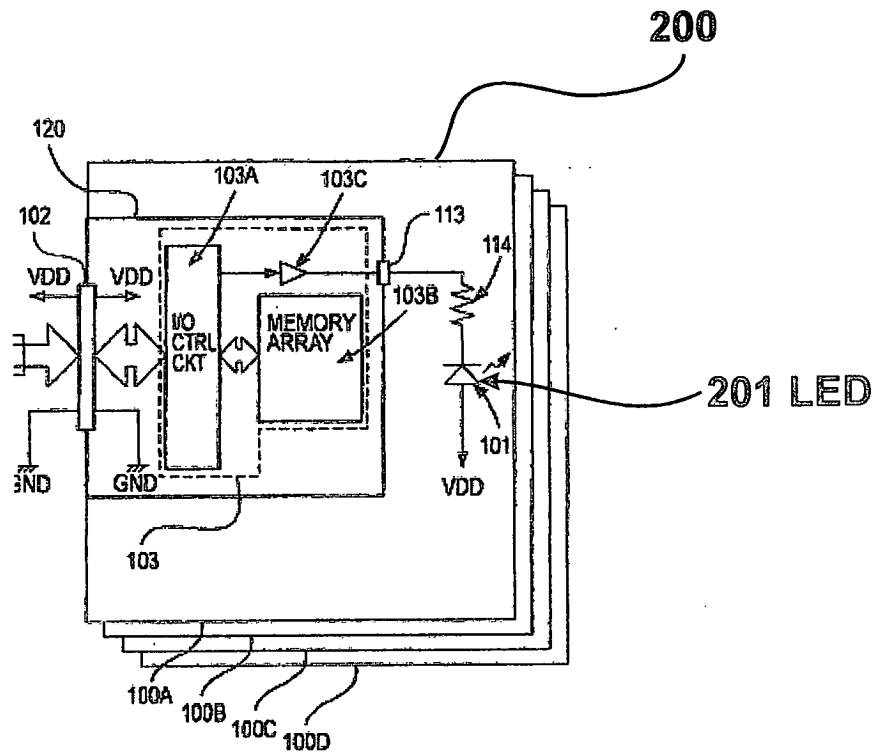
**Fig.2**



**Fig.3**



**Fig.4**



**Fig.5**

