

(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 2553/93

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> : **G01V 3/15**

(22) Anmeldetag: 16.12.1993

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 2.1998

(45) Ausgabetag: 27.10.1998

(30) Priorität:

16.12.1992 DE 4242541 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:

FR 51551E (2E ADDITION AU BREVET D'INVENTION  
NO. 864 008)  
DE 3526492A1 US 4021725A

(73) Patentinhaber:

TZN FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSZENTRUM UNTERLÜSS  
GMBH  
D-29345 UNTERLÜSS (DE).  
MAK SYSTEM GESELLSCHAFT MBH  
D-24159 KIEL (DE).

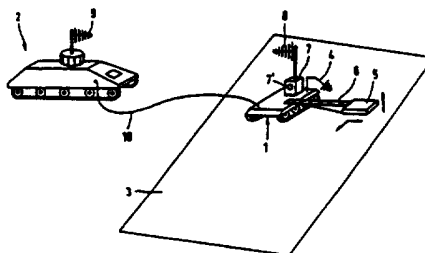
(72) Erfinder:

AULENBACHER UWE DR.  
CELLE (DE).  
NEFF HELMUT DR.  
HERMANSBURG (DE).  
STEFFEN PETER DR.  
CELLE (DE).  
LIESS HANS-DIETER DR.  
MÜNSING-SEEHEIM (DE).  
JÖHNK MANFRED  
KIEL (DE).

(54) VORRICHTUNG ZUM ORTEN UNTERHALB DER ERDOBERFLÄCHE BEFINDLICHER MUNITION

(57) Um eine großflächige automatische Ortung und Kartierung von Munition zu ermöglichen, bei der die Suchmannschaft nicht gefährdet wird, schlägt die Erfindung vor, die den Erdboden sensierenden Sensoren (4,22,26-29) auf einem relativ leichten, unbemannten, fernsteuerbaren Fahrzeug (Tochterfahrzeug) (1) anzuordnen, welches dann das mit Munition kontaminierte Gebiet (3) abfährt.

Die Steuerung des Tochterfahrzeuges (1) sowie die Auswertung der Sensorsignale erfolgt in einem zweiten Fahrzeug (Mutterfahrzeug) (2), welches sich in der Regel in der unmittelbaren Umgebung des zu untersuchenden Gebietes (3) aufhält. In dem Mutterfahrzeug (2), welches vorzugsweise gepanzert ist, befindet sich auch die Bedienungsmannschaft.



Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Orten unterhalb der Erdoberfläche befindlicher Munition mit Hilfe von Sensoren.

Derartige Vorrichtungen sind beispielsweise aus der Patentschrift DE 34 32 847 C2 sowie der Gebrauchsmusterschrift G 88 00 815 bekannt. Bei diesen bekannten Vorrichtungen wird zum Orten der Munition das auf Fundmunition und Blindgänger zu untersuchende Gelände manuell, z.B. mit Hilfe einer magnetischen Sonde, von den Personen des Kampfmittelräumdienstes untersucht.

Das manuelle Ortungsverfahren erfordert den Einsatz erfahrener Sondenführer und ist insbesondere für die Ortung und Räumung großer stark kontaminierter Flächen sowohl aus personellen als auch aus sicherheitstechnischen Gründen nicht geeignet.

Aus der FR-PS 51 551 aus dem Jahre 1943 läßt sich eine Anordnung entnehmen, bei der ein gepanzertes Mutterfahrzeug über eine Drahtverbindung mit einem Tochterfahrzeug gekoppelt ist, das einen Sensor zum Erkennen unterhalb der Erdoberfläche befindlicher Munition aufweist. Nach der Detektion einer Mine wird im Mutterfahrzeug ein Alarmsignal ausgelöst. Die Besatzung des Mutterfahrzeuges muß dann die entsprechenden Maßnahmen treffen (Vernichtung oder Umfahren der Mine). Auch bei diesem Ortungsvorgang sind erfahrene Sondenführer notwendig und ein Einsatz in großen, stark kontaminierten Gebieten nicht zweckmäßig.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs erwähnten Art anzugeben, mit der eine großflächige automatische Ortung und Kartierung von Munition möglich ist, ohne daß die Suchmannschaft gefährdet wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1 gelöst.

Weitere besonders vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Merkmalen der Unteransprüche.

Der Erfindung liegt also im wesentlichen der Gedanke zugrunde, daß die den Erdboden sensierenden Sensoren auf einem relativ leichten, unbemannten, fernsteuerbaren Fahrzeug (Tochterfahrzeug) angeordnet werden, welches dann das mit Munition kontaminierte Gebiet abfährt. Die Steuerung dieses Fahrzeuges sowie die Auswertung der Sensorsignale erfolgt in einem zweiten Fahrzeug (Mutterfahrzeug), welches sich in der Regel in der unmittelbaren Umgebung des zu untersuchenden Gebietes aufhält. In dem Mutterfahrzeug, welches vorzugsweise gepanzert ist, befindet sich auch die Bedienungsmannschaft.

Die Steuerung des Tochterfahrzeuges sowie die Übertragung der Sensorsignale zum Mutterfahrzeug kann jeweils wahlweise über eine Funkstrecke, eine Drahtverbindung oder eine Lichtwellenleiterverbindung erfolgen.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den nachfolgend mit Hilfe von Figuren beschriebenen Ausführungsbeispielen. Es zeigen:

Fig.1 schematisch die beiden Fahrzeuge der erfindungsgemäßen Vorrichtung beim Absuchen eines mit Munition kontaminierten Übungsgeländes; Fig.2 ein Blockschaltbild einer Vorrichtung zur Auswertung der Sensorsignale; Fig.3 einen an dem Tochterfahrzeug befestigten Sensorträger mit Rollenführung und beweglich angeordneter Spule; und Fig.4 einen entsprechenden Sensorträger mit mehreren Spulen, die eine Array-Anordnung bilden.

In Fig.1 ist mit 1 ein die Sensoren tragendes Tochterfahrzeug und mit 2 ein Mutterfahrzeug, welches die Einrichtungen zur Datenauswertung und Steuerung des Tochterfahrzeuges enthält, bezeichnet.

Das Tochterfahrzeug 1 befindet sich auf einem mit Munition kontaminierten Übungsgelände 3. Als Sensoren können beispielsweise Antennen 4 eines Bodenradargerätes als auch eine oder mehrere Anordnungen von magnetischen Sensoren (in der Regel Spulen) verwendet werden (zur Wirkungsweise derartiger Sensoren vgl. die oben erwähnte Gebrauchsmusterschrift G 88 00 815). Die Sensoren sind vorzugsweise an einem Sensorträger 5 eines Auslegers 6 angeordnet. Der Ausleger 6 ist höhenvariabel, so daß der Sensorträger 5 und damit auch die Sensoren bei Bewegung des Fahrzeuges 1 sich in einer konstanten Höhe über dem Erdboden bewegen. Der jeweilige Abstand des Auslegers 6 zum Erdboden kann dabei beispielsweise mittels einer Lasertriangulation ermittelt werden. Zusätzlich zu den Sensoren können an dem Ausleger 6 Kameras zur Bodenbeobachtung angebracht werden (nicht dargestellt).

Auf dem Tochterfahrzeug 1 befindet sich ferner ein Gehäuse 7 zur Aufnahme der Elektronik zur Geräte- bzw. Sensoransteuerung und Signalvorverarbeitung, des Fahrzeugantriebes, der Navigationseinheit und der Sensorik zur Wegmessung. Außerdem ist am Gehäuse 7 eine Kamera 7' zur Fahrzeugführung vorgesehen.

Für die Signalauswertung wird der Weggeber (Inkrementalgeber) benutzt. Unabhängig davon wird ein Positionsgeber eingesetzt, der die aktuelle Position des Sensors (arrays) relativ zu einem fest vermessenen Referenzpunkt angibt. Hierzu eignen sich mehrere Verfahren:

1. Ein Lasertracker, gekoppelt mit einem Entfernungsmesser. Die Informationsausgabe erfolgt mit Polarkoordinaten, d.h. Angabe des Abstandes R des Sensors vom Referenzpunkt und eines Winkels  $\phi$  -

(in geogr. Koordinaten). Der für den Lasertracker notwendige Reflektor wird auf dem Sensor montiert.

2. Differential GPS. Der GPS-Empfänger wird auf dem Sensor montiert. Ein Referenzsender steht am Referenzpunkt. Information wie oben.

3. Der Laser kann durch ein Radar ersetzt werden.

5 4. Der Sensor kann auch mittels Lasertriangulation positioniert werden. Dieses erfordert einen rotierenden Laser (Radar) und fest vermessene Landbarken (beispielsweise an den Eckpunkten eines Vierecks, das ausgemessen wird).

Die absolute Positionsbestimmung erfolgt dann über exakte Vermessung des Referenzpunktes (entweder aus geodätischen Angaben oder GPS).

10 Absolute und relative Positionsbestimmung werden über den Maßrechner ausgewertet und in der digital vorliegenden Karte abgelegt.

Das Tochterfahrzeug 1 ist weitgehend aus nichtmetallischen Werkstoffen (Holz, Kunststoff) gebaut, um Störungen der Sensoren 4,5 zu reduzieren.

15 Zur Datenübertragung zwischen den beiden Fahrzeugen 1 und 2 ist sowohl eine durch die Antennen 8 und 9 angedeutete Funkstrecke als auch eine Daten- und Versorgungsleitung 10 vorgesehen.

Besonders bei inhomogenen hügeligen Oberflächen kann es von Vorteil sein, den Ausleger 6 derart beweglich anzuordnen, daß bei einer vorgegebenen Position des Tochterfahrzeuges 1 durch entsprechende Bewegung des Auslegers die an diesem befestigten Sensoren jeweils einen Teilbereich des zu untersuchenden Gebietes abscannen können.

20 Anhand des in Fig. 2 dargestellten Blockschaltbildes soll im folgenden auf die Signalverarbeitung der z.B. mit einem magnetischen Sensor gewonnenen Signale eingegangen werden:

Die von der Meßspule 11 des Sensors 5 kommenden Signale werden zunächst in einem Verstärker 12 verstärkt und dann über einen Multiplexer 13 (der mit weiteren nicht dargestellten Spulen verbunden ist) und einen Analog-/Digitalwandler 14 einem Mikrorechner 15 zur Datenvorverarbeitung zugeführt. Zur 25 genauen Lokalisierung der Objekte im Boden wird vorzugsweise ein sogenanntes differentielles "global positioning system" (GPS) 16 und zur Bestimmung der zurückgelegten Wege ein Weggeber 17 benutzt. Die entsprechenden Meßwerte werden dem digitalisierten Meßspulen-Signalwert zugeordnet.

30 Zur weiteren Auswertung werden die ermittelten Signalwerte über die Funkstrecke in das Mutterfahrzeug 2 übertragen und mittels digitaler Signalprozessoren einer Auswerte- und Anzeigeneinheit 18 weiterverarbeitet.

Dabei können beispielsweise die lokalen Änderungen der Meßspulen-Signalwerte ausgewertet werden: So gibt das Maximum dieses Signalwertverlaufs die aktuelle Lage des Fundortes unterhalb der Spule wieder. Die Halbwertsbreite der Kurve ist ein Maß für die Tiefe des detektierten Gegenstandes und die Gesamtfläche unter der Kurve ist ein Maß für die Größe des Gegenstandes.

35 Die Lage, wahrscheinliche Tiefe und Art des Fundes kann in einer entsprechenden (elektronischen) Karte abgelegt und auf einem Bildschirm dargestellt bzw. als Karte ausgedruckt werden.

Anstatt eines höhenvariablen Sensorträgers 5 (Fig.1) kann, insbesondere bei ebenem Gelände, auch ein Sensorträger mit einer Schlitten- oder Rollenführung eingesetzt werden. Fig. 3 zeigt einen entsprechenden mit 19 bezeichneten Sensorträger, der sich in die mit 20 bezeichnete Bewegungsrichtung auf Rollen 21 40 bewegt. Als Sensor wird eine Spule 22 verwendet, deren Bewegungsrichtung in bezug auf den Spulenträger 19 mit 23 gekennzeichnet ist.

Fig.4 gibt einen Sensor- bzw. Spulenträger 24 mit Rollen 25 wieder, auf dem sich mehrere festangeordnete Spulen 26-29 befinden, die eine Array-Anordnung bilden, so daß eine mechanische Abscannvorrichtung entfallen kann.

45

## Bezugszeichenliste

	1	erstes Fahrzeug, Tochterfahrzeug
	2	zweites Fahrzeug, Mutterfahrzeug
50	3	Übungsgelände, mit Munition kontaminierte Gebiet
	4	Antenne
	5	Sensorträger
	6	Ausleger
	7	Gehäuse
55	7'	Kamera
	8	Antenne
	9	Antenne
	10	Daten- und Versorgungsleitung, Drahtverbindung

11	Meßspule
12	Verstärker
13	Multiplexer
14	Analog-/Digitalwandler
5 15	Rechner, $\mu$ C
16	Koordinatengeber, GPS
17	Weggeber
18	Auswerte- und Anzeigeneinheit
19	Sensor-/Spulenträger
10 20	Bewegungsrichtung des Spulenträgers 19
21	Rollen
22	Spule
23	Bewegungsrichtung der Spule
24	Sensor-/Spulenträger
15 25	Rollen
26-29	Spulen

### Patentansprüche

- 20 1. Vorrichtung zum Orten von unterhalb der Erdoberfläche befindlicher Munition mit Hilfe von Sensoren (4,22,26-29), wobei die Vorrichtung aus einer Anordnung von mindestens zwei Fahrzeugen (1,2) besteht, wobei es sich bei dem ersten Fahrzeug (Tochterfahrzeug) (1) um ein unbemanntes fernsteuerbares Fahrzeug handelt, an dem die der Erdoberfläche zugewandten Sensoren (4,22,26-29) angeordnet sind, und wobei das zweite Fahrzeug (Mutterfahrzeug) (2) die zur Kontrolle des Tochterfahrzeuges  
25 erforderlichen Einrichtungen enthält, gekennzeichnet durch die Merkmale:
  - a) Mutter- und Tochterfahrzeug (1,2) sind über eine Funkstrecke miteinander verbunden, über welche die von den Sensoren (4,22,26-29) erzeugten und gegebenenfalls in dem Tochterfahrzeug (1) vorverarbeiteten Meßsignale auf das Mutterfahrzeug übertragbar sind;
  - b) das Mutterfahrzeug (2) enthält die zur Datenauswertung, Darstellung der Sensorsignale und  
30 Kartierung der georteten Munition erforderlichen Einrichtungen (18);
  - c) die Sensoren (4,22,26-29) sind über einen Ausleger (6) am Tochterfahrzeug (1) befestigt, der höhenvariabel ist, z.B. durch Verstellung seiner Neigung gegenüber der Horizontalen oder durch vertikale Parallelverschiebung zum Tochterfahrzeug mittels Stellmotor, so daß der Abstand zwischen den Sensoren und dem Erdboden bei Fahrbewegung des Tochterfahrzeuges konstant gehalten  
35 werden kann.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Tochterfahrzeug eine Navigationseinheit mit Weggeber (17), insbesondere Inkrementalgeber, und bzw. oder Positionskoordinatengeber (16), insbesondere global positioning system (GPS), zur genauen Feststellung der Position des Tochterfahrzeugs vorgesehen ist.  
40
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sensoren (4,22,26-29) am Ausleger (6) zur rasterförmigen Abtastung des Bodens horizontal in Richtung des Auslegers und quer dazu beweglich sind.  
45
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sensoren (22) auf einem Sensorträger (19) quer zur Verfahrrichtung des Sensorträgers beweglich angeordnet sind.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf einem Sensorträger (24) mehrere gleichartige Sensoren (26-29) feststehend und quer zur Verfahrrichtung des Sensorträgers angeordnet sind und die Elemente eines Arrays bilden.  
50
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Sensoren (4,22,26-29) Spulen und bzw. oder Antennen vorgesehen sind.  
55
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß am Tochterfahrzeug mindestens eine Kamera zur Bodenbeobachtung angeordnet ist.

## AT 404 302 B

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Tochterfahrzeug (1) zur Reduzierung von Störungen der Sensoren (4,22,26-29) weitgehend nichtmetallisch, insbesondere aus Holz und bzw. oder Kunststoff, aufgebaut ist.
- 5 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Konstanthaltung des Abstandes zwischen den am Ausleger (6) angeordneten Sensoren (4,22,26-29) und dem Boden eine auf Lasertriangulation basierende Steuerung zur Verstellung des Auslegers in seiner Neigung gegenüber der Horizontalen vorgesehen ist.

10

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen

15

20

25

30

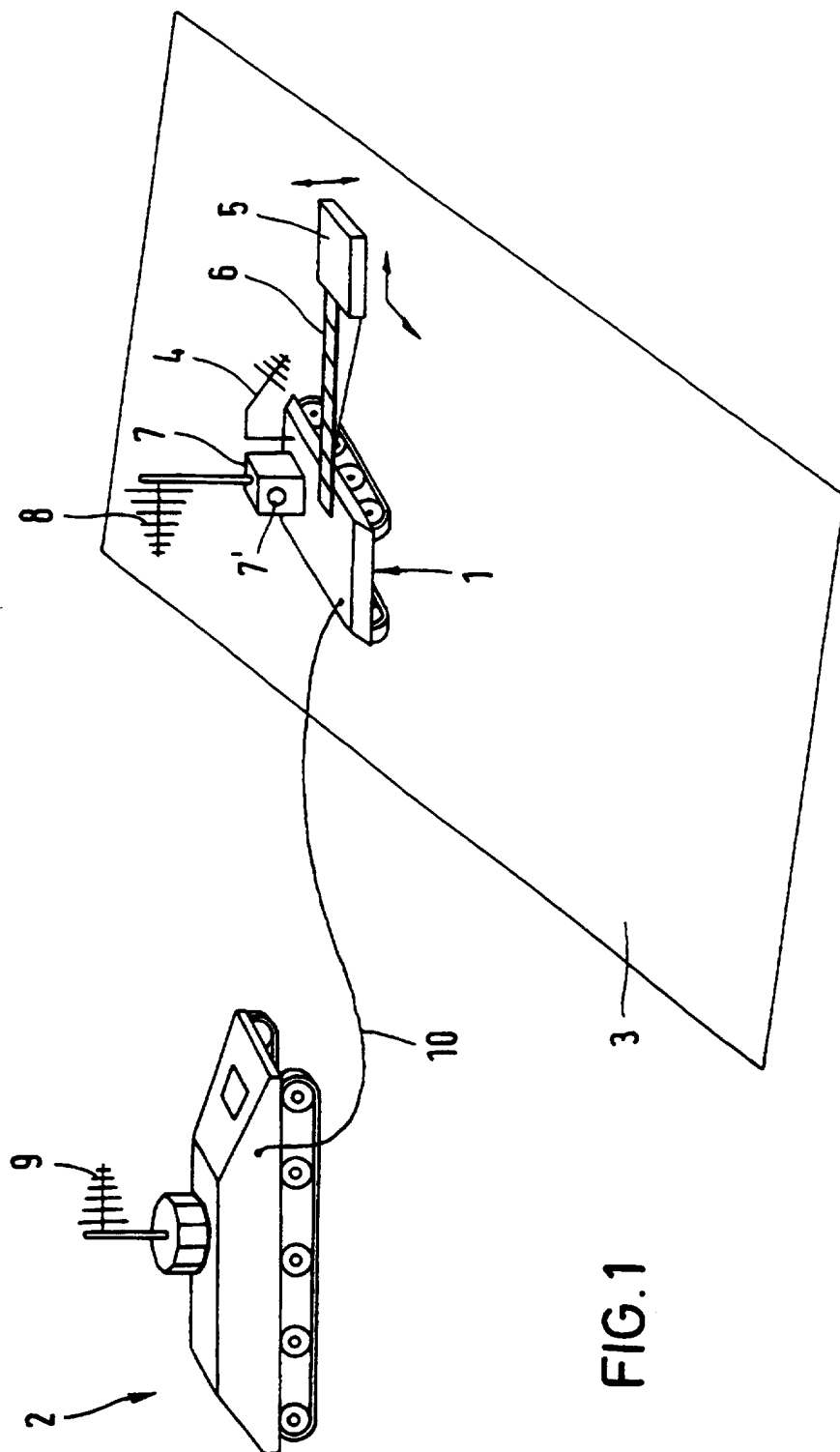
35

40

45

50

55



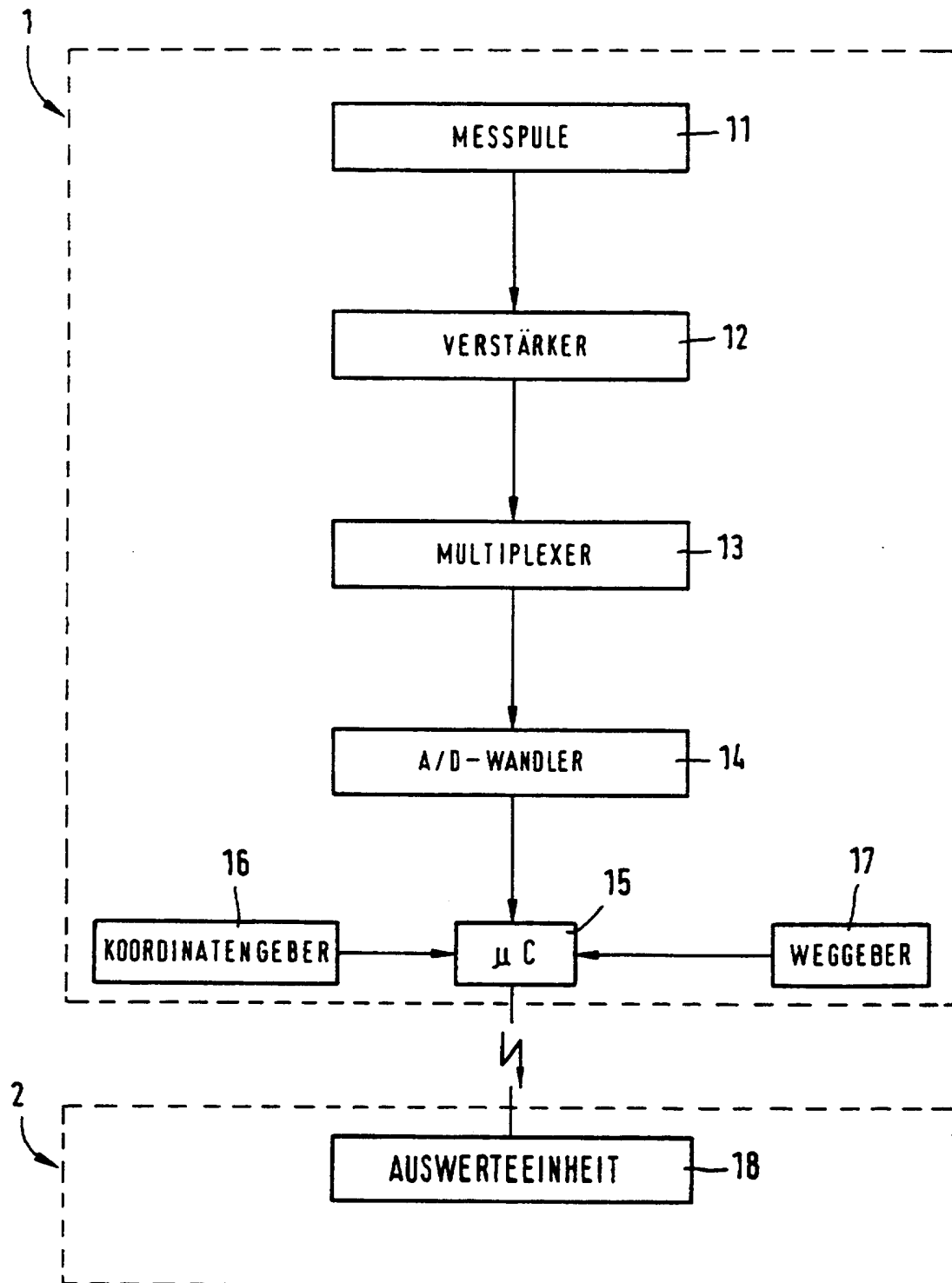


FIG.2

