

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1430/2011  
(22) Anmeldetag: 04.10.2011  
(45) Veröffentlicht am: 15.02.2013

(51) Int. Cl. : **H02M 5/27** (2006.01)  
**H02M 3/335** (2006.01)  
**B60L 1/00** (2006.01)

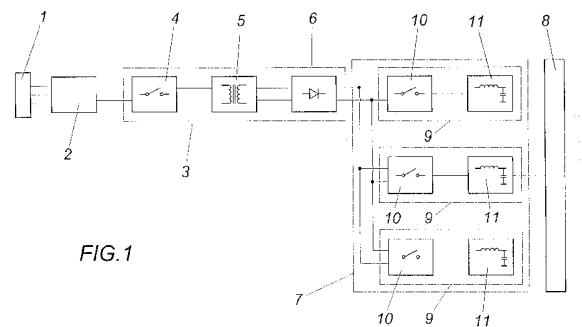
(56) Entgegenhaltungen:  
EP 0696102 A1  
US 20100309696 A1  
US 4507720 A

(73) Patentinhaber:  
DIPL.-ING. HITZINGER GESELLSCHAFT  
M.B.H.  
4021 LINZ (AT)

(72) Erfinder:  
KORB GUNNAR DIPL.ING. (FH)  
OBERNBERG AM INN (AT)  
BAUER ANDREAS DIPL.ING.  
ST. VALENTIN (AT)  
LINDERT ALEXANDER (MSc)  
TRAUN (AT)  
LEHENBAUER CHRISTIAN ING.  
LINZ (AT)

(54) **UMFORMER ZUM ANSCHLUSS DES ELEKTRISCHEN BORDNETZES EINES FLUGZEUGS AN EIN WECHSELSTROMNETZ**

(57) Es wird ein Umformer zum Anschluss des elektrischen Bordnetzes (8) eines Flugzeugs an ein Wechselstromnetz (1) mit einem vom Wechselstromnetz (1) beaufschlagten Gleichrichter (2) und mit einem dem Gleichrichter (2) nachgeschalteten, an das Bordnetz (8) anschließbaren mehrphasigen Wechselrichter (7) beschrieben. Um nicht nur den Platzbedarf und das Gewicht des Umformers verringern zu können, sondern auch eine gegenseitige Beeinflussung der Phasen des Bordnetzes zu unterbinden, wird vorgeschlagen, dass zwischen dem Gleichrichter (2) und dem Wechselrichter (7) ein Durchflusswandler (3) zur galvanischen Trennung des Bordnetzes (8) vom Wechselstromnetz (1) angeordnet ist, dass der Wechselrichter (7) für jede Phase eine gesondert steuerbare, an den Durchflusswandler (3) angeschlossene Wechselrichtereinheit (9) umfasst und dass sowohl der Durchflusswandler (3) als auch die Wechselrichtereinheiten (9) mit einer hochfrequenten Taktfrequenz ansteuerbar sind.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf einen Umformer zum Anschluss des elektrischen Bordnetzes eines Flugzeugs an ein Wechselstromnetz mit einem vom Wechselstromnetz beaufschlagten Gleichrichter und mit einem dem Gleichrichter nachgeschalteten, an das Bordnetz anschließbaren mehrphasigen Wechselrichter.

**[0002]** Zur Bodenstromversorgung von Flugzeugen kommen üblicherweise statische Umformer zum Einsatz, die das eingangsseitige Wechselstromsignal zunächst gleichgerichten und dann einem Wechselrichter zuführen. Im Wechselrichter wird das Gleichstromsignal mit einer Taktfrequenz von üblicherweise 10 bis 15 kHz zerhackt. Dieses Pulsmuster enthält einen niederfrequenten Sinus mit der Frequenz des Bordnetzes. Dieses Signal wird schließlich zur Anpassung an die Spannung des Bordnetzes sowie zur galvanischen Trennung des Bordnetzes vom Wechselstromnetz über einen dreiphasigen Transformator mit Eisenkern geführt, der eine Glättung des Signals bewirkt, sodass der Transformator ausgangsseitig eine dreiphasige Wechselspannung für das Bordnetz zur Verfügung stellt.

**[0003]** Diese Umrichter weisen den Nachteil einer wechselseitigen Beeinflussung der Phasen durch den Transformator auf, sodass beispielsweise eine Belastungsänderung in einer Phase Rückwirkungen auf die anderen Phasen mit sich bringt. Darüber hinaus ist die maximale Ausgangsleistung des Umformers von der maximal zulässigen Flussdichte im Eisenkern des Transformators abhängig, was bei den geforderten Leistungen entsprechend große Abmessungen und ein hohes Gewicht des Transformators nach sich zieht. Mehrphasige Transformatoren mit Eisenkern können auch nicht ohne weiteres parallel betrieben werden, wodurch ein redundanter Betrieb von mehreren Umformern behindert wird.

**[0004]** Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, einen Umformer der eingangs geschilderten Art so auszugestalten, dass nicht nur der Platzbedarf und das Gewicht verringert werden können, sondern auch eine gegenseitige Beeinflussung der Phasen des Bordnetzes unterbunden wird.

**[0005]** Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, dass zwischen dem Gleichrichter und dem Wechselrichter ein Durchflusswandler zur galvanischen Trennung des Bordnetzes vom Wechselstromnetz angeordnet ist, dass der Wechselrichter für jede Phase eine gesondert steuerbare, an den Durchflusswandler angeschlossene Wechselrichtereinheit umfasst und dass sowohl der Durchflusswandler als auch die Wechselrichtereinheiten mit einer hochfrequenten Taktfrequenz ansteuerbar sind.

**[0006]** Durch das Vorsehen eines Durchflusswandlers zwischen dem Gleichrichter und dem Wechselrichter wird der gleichgerichtete Wechselstrom hochfrequent zerhackt, um über einen einphasigen Transformator eine galvanische Trennung zwischen Wechselstromnetz und Bordnetz zu erreichen. Die Energieübertragung erfolgt hierbei ausschließlich in der Leitphase des schaltenden Bauelementes, wodurch die Anforderungen an den Transformator als Energiespeicher reduziert werden und gleichzeitig der Wirkungsgrad erhöht werden kann. Nach einer Gleichrichtung kann dem Wechselrichter somit eine Gleichspannung zur Verfügung gestellt werden, die für jede Phase des Bordnetzes für sich über eine eigene Wechselrichtereinheit in eine für das Bordnetz geeignete Wechselspannung umgewandelt werden kann, womit die magnetische Kopplung zwischen den einzelnen Phasen des Bordnetzes entfällt.

**[0007]** Die Wechselrichtereinheiten, die beispielsweise eine einfache Halbbrücke mit zwei Feldeffekttransistoren und ein nachfolgendes LC-Glied umfassen, werden mit einem entsprechenden Pulsmuster in einer zeitlichen Abstufung so angesteuert, dass für jede Phase das gewünschte Ausgangssignal bereitgestellt werden kann. Auf diese Weise lässt sich die Phasenverschiebung zwischen den einzelnen Phasen regeln. Außerdem können auch mehrere Umformer über eine gemeinsame Ansteuerung sowohl redundant als auch zur Lastverteilung parallel betrieben werden. Darüber hinaus ergibt sich der Vorteil, dass die Wechselrichtereinheiten aufgrund der geringen gespeicherten Energie im LC-Glied im Fehlerfall ohne zusätzliche Maßnahmen vergleichsweise schnell spannungsfrei geschaltet werden können.

**[0008]** Um mit einem geringen Platzbedarf und einem reduzierten Gewicht das Auslangen zu finden, wird die jeweilige Taktfrequenz angehoben und auf den Einsatz eines ferromagnetischen Kerns für den einphasigen Transformator des Durchflusswandlers und die Induktivität der Wechselrichtereinheiten verzichtet, sodass auch bei kleinen Abmessungen hohe Leistungen übertragen werden können.

**[0009]** Besonders vorteilhafte Konstruktionsbedingungen ergeben sich in diesem Zusammenhang, wenn für den Transformator im Durchflusswandler und die Induktivität der Wechselrichtereinheiten Ferritkerne eingesetzt werden, die hochfrequente Taktfrequenzen, typischerweise im Bereich von über 20 kHz, erlauben.

**[0010]** Zur Erhöhung des Wirkungsgrades bei hohen Frequenzen und gleichzeitiger Verringerung der elektromagnetischen Abstrahlung kann der Durchflusswandler vorteilhafterweise als sogenannter Quasi-Resonanzwandler ausgebildet sein. Derartige Wandler verringern die Entladezeiten für die Kapazitäten der zum Schalten verwendeten Feldeffekttransistoren, indem ein zusätzlicher Energiespeicher die Entladevorgänge begünstigt.

**[0011]** In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise dargestellt. Es zeigen

**[0012]** Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Umformer in einem Blockschaltbild, die

**[0013]** Fig. 2 bis 4 ein Pulsmuster zur Ansteuerung der einzelnen Wechselrichtereinheiten für eine dreiphasige Wechselspannung und die

**[0014]** Fig. 5 bis 7 die am Ausgang der Wechselrichtereinheiten anliegenden Wechselspannungen.

**[0015]** Der in der Fig. 1 dargestellte Umformer umfasst einen an ein dreiphasiges Wechselstromnetz 1 anschließbaren Gleichrichter 2, an dessen Ausgang ein Durchflusswandler 3 anliegt. Dieser Durchflusswandler 3 weist einen elektronischen Schalter 4 auf, der die gleichgerichtete Eingangsspannung mit einer hochfrequenten Taktfrequenz zerhackt. Mit den Spannungsimpulsen wird die Primärseite eines vorzugsweise mit einem Ferritkern ausgestatteten, einphasigen Transformators 5 beaufschlagt. Die Sekundärseite des Transformators 5 liegt an einem Gleichrichter 6 an, sodass der anschließende Wechselrichter 7 mit einer Gleichspannung versorgt wird. In einer möglichen, nicht dargestellten Ausführungsform ist der Durchflusswandler doppelt ausgeführt, um je ein um einen neutralen Bezugspunkt symmetrisches positives und ein negatives Gleichspannungssignal zu erzeugen.

**[0016]** Der Wechselrichter 7 weist zur Versorgung des dreiphasigen Bordnetzes 8 eines Flugzeugs je Phase eine gesonderte Wechselrichtereinheit 9 auf, die einen elektronischen Schalter 10 zum Zerhacken des Gleichspannungssignals mit einem nachgeschalteten LC-Glied 11 umfasst. Die hochfrequente Ansteuerung der elektronischen Schalter 4 des Durchflusswandlers 3 und der elektronischen Schalter 10 der Wechselrichtereinheiten 9 ist aus Übersichtlichkeitsgründen nicht dargestellt. Durch die galvanische Trennung zwischen dem Wechselstromnetz 1 und dem Bordnetz 8 durch den einphasigen Transformator 5 des Durchflusswandlers 3 einerseits und die Aufteilung des Wechselrichters 7 in drei gesondert ansteuerbare, am Gleichspannungsausgangssignal des Durchflusswandlers 3 anliegenden Wechselrichtereinheiten 9 wird in vorteilhafter Weise die gegenseitige Beeinflussung der einzelnen Phasen des Bordnetzes 8 verhindert. Durch das Beaufschlagen der Schalter 4 des Durchflusswandlers 3 und der Schalter 10 der Wechselrichtereinheiten 9 mit einer hochfrequenten Taktfrequenz im Bereich von über 20 kHz und der Verwendung eines Ferritkerns für den einphasigen Transformator 5 und die Induktivität der LC-Glieder 11 kann der Platzbedarf des Umformers bei gleichbleibender Übertragungsleistung deutlich reduziert werden.

**[0017]** In den Fig. 2 bis 4 ist das Pulsmuster der Ansteuersignale 14 bis 19 für die als Halbbrücken ausgeführten Schalter 10 der Wechselrichtereinheiten 9 exemplarisch dargestellt. Die Steuersignale 14, 15, 16 beziehen sich jeweils auf die mit der positiven Versorgungsspannung und die Steuersignale 17, 18, 19 auf die mit der negativen Versorgungsspannung verbundenen Schalter. Die Pulsmuster sind dabei in Bezug zueinander derart gewählt, dass die in den Fig. 5 bis 7 dargestellten sinusförmigen Spannungsverläufe 12, 13, 14 der drei Phasen des Bordnet-

zes 8 am Ausgang der Wechselrichtereinheiten zueinander um jeweils  $120^\circ$  phasenverschoben sind.

### Patentansprüche

1. Umformer zum Anschluss des elektrischen Bordnetzes (8) eines Flugzeugs an ein Wechselstromnetz (1) mit einem vom Wechselstromnetz (1) beaufschlagten Gleichrichter (2) und mit einem dem Gleichrichter (2) nachgeschalteten, an das Bordnetz (8) anschließbaren mehrphasigen Wechselrichter (7), **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem Gleichrichter (2) und dem Wechselrichter (7) ein Durchflusswandler (3) zur galvanischen Trennung des Bordnetzes (8) vom Wechselstromnetz (1) angeordnet ist, dass der Wechselrichter (7) für jede Phase eine gesondert steuerbare, an den Durchflusswandler (3) angeschlossene Wechselrichtereinheit (9) umfasst und dass sowohl der Durchflusswandler (3) als auch die Wechselrichtereinheiten (9) mit einer hochfrequenten Taktfrequenz ansteuerbar sind.
2. Umformer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Durchflusswandler (3) und/oder die Wechselrichtereinheiten (9) einen Ferritkern aufweisen.
3. Umformer nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Durchflusswandler (3) ein Quasi-Resonanzwandler ist.

**Hierzu 3 Blatt Zeichnungen**

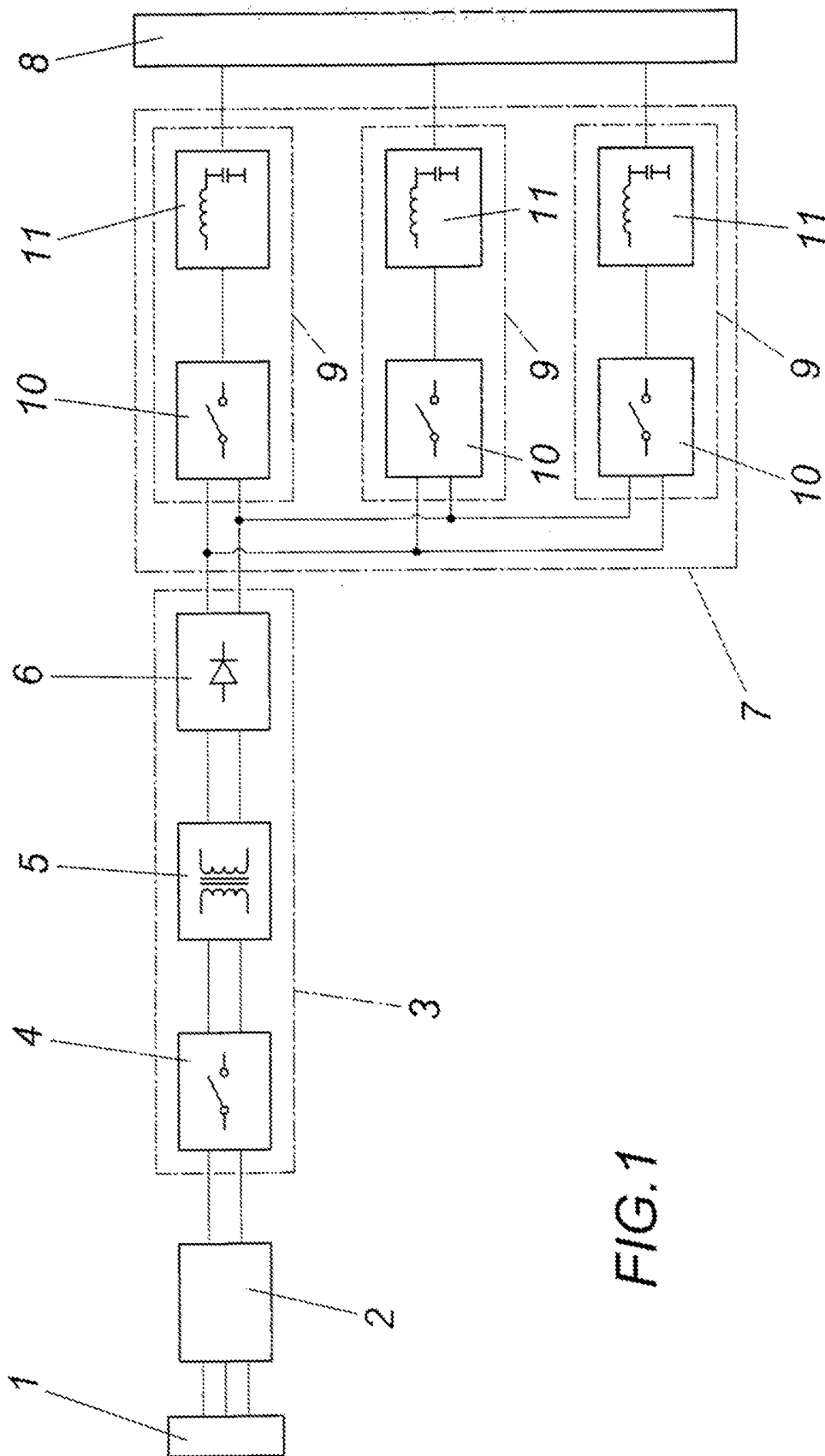


FIG.1

FIG.2

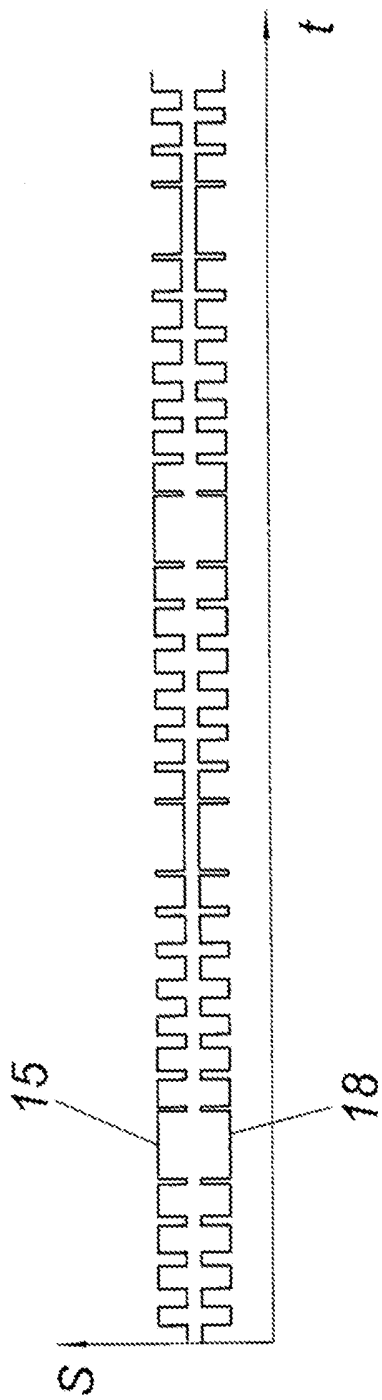


FIG.3

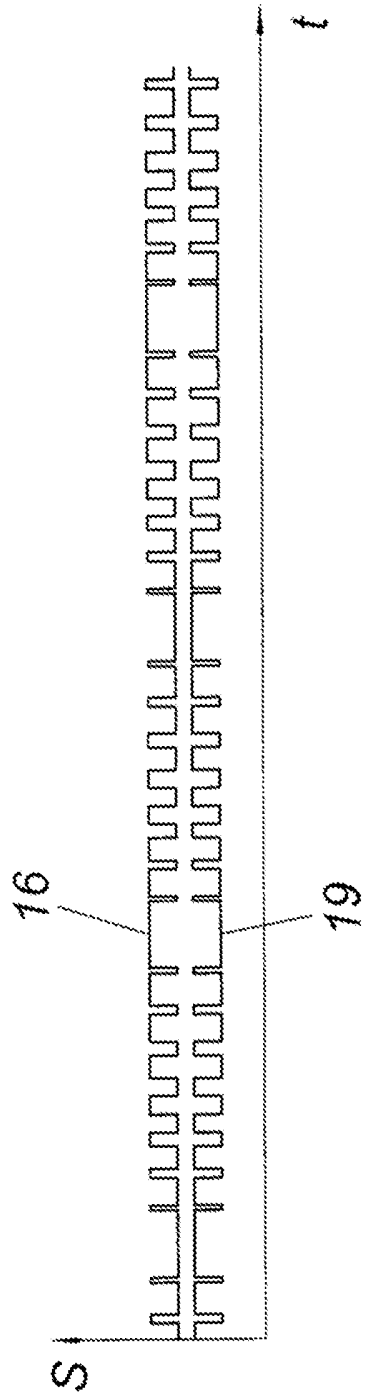


FIG.4

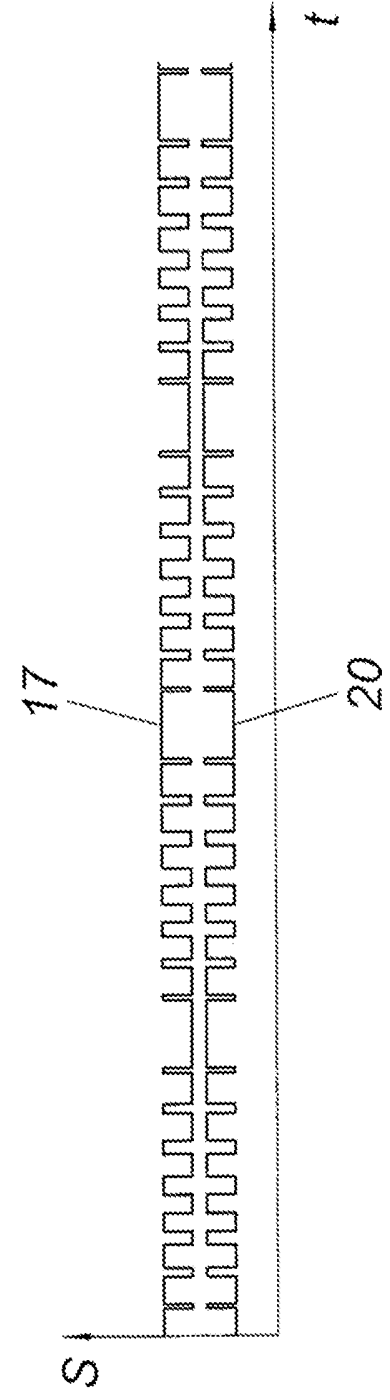


FIG.5

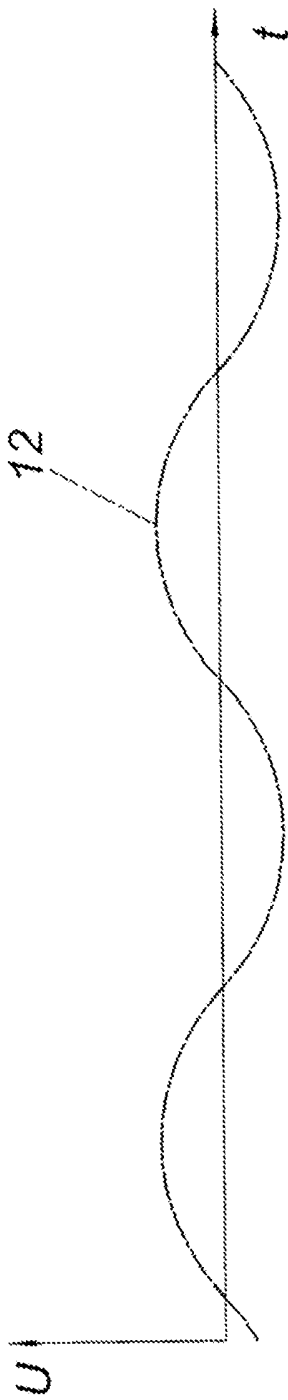


FIG.6

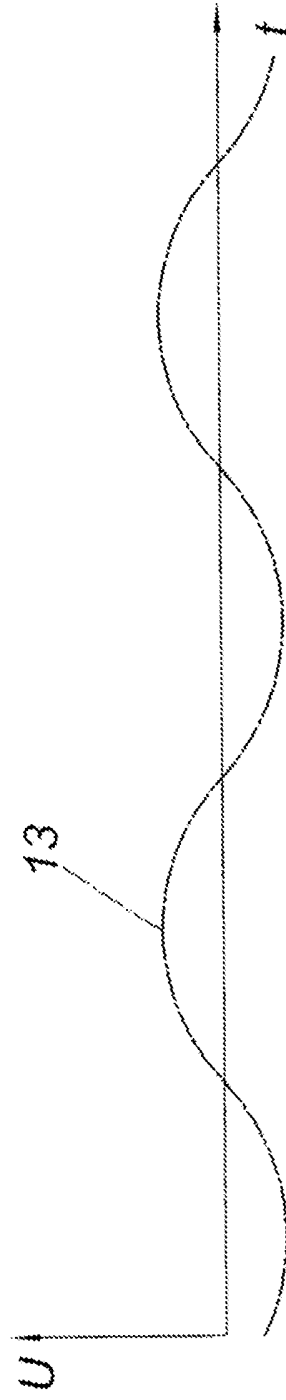


FIG.7

