



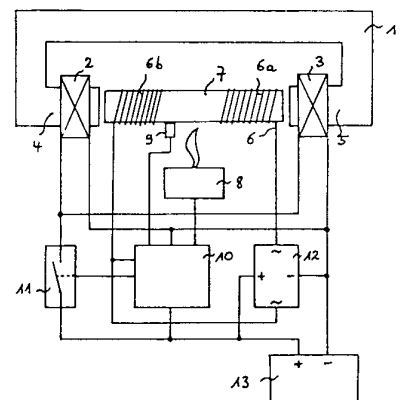
Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

<p>⑲ Gesuchsnummer: 4936/83</p> <p>⑳ Anmeldungsdatum: 09.09.1983</p> <p>㉔ Patent erteilt: 31.08.1987</p> <p>④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 31.08.1987</p>	<p>⑦③ Inhaber: Ernst Marcus, La Paz (BO)</p> <p>⑦② Erfinder: Marcus, Ernst, La Paz (BO)</p> <p>⑦④ Vertreter: E. Blum & Co., Zürich</p>
---	--

⑤④ **Vorrichtung zur direkten Umwandlung von Wärmeenergie in elektrische Energie und Verfahren zu deren Betrieb.**

⑤⑦ Der in einem veränderbaren Magnetfeld angeordnete, eine Spule (6) tragende, ferromagnetische Körper (7) wird durch die Wärmequelle (8) auf seine Curie-Temperatur erhitzt und durch Wärmezufuhr auf dieser Temperatur gehalten. Die dabei entstehende Abnahme des Flusses durch die Spule (6) induziert in ihr einen Strom, welcher der Batterie (13) zugeführt wird und die Schaltanordnung (10) zur Erregung der das Magnetfeld des Magneten (1) verstärkenden Magnetspulen (2, 3) ansteuert. Das so erhöhte Magnetfeld vermag den erhitzten Körper (7) erneut zu magnetisieren, was wieder einen Strom in der Spule (6) induziert. Auch dieser Strom wird der Batterie (13) zugeführt und bewirkt die Entregung der Magnetspulen (2, 3), was zu wieder zum Verschwinden der Magnetisierung des Körpers (7) infolge der Wärmezufuhr führt und wiederum einen Strom induziert. Dieser bewirkt die erneute Erregung der Magnetspulen (2, 3) und die Magnetisierung des Körpers (7). Die Vorrichtung erlaubt eine direkte Umwandlung von Wärmeenergie in elektrische Energie ohne die Verwendung teurer Werkstoffe und ist deshalb auch bei geringem Wirkungsgrad wirtschaftlich.



PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur direkten Umwandlung von Wärmeenergie in elektrische Energie, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (1, 2, 3) zur Erzeugung eines veränderbaren Magnetfeldes innerhalb eines Luftspaltes, einen im wesentlichen innerhalb des Luftspaltes angeordneten und durch die Wärmeenergie auf seine Curie-Temperatur heizbaren Körper (7) aus ferromagnetischem Material, mindestens eine, auf diesen Körper (7) gewickelte Spule (6), an deren Anschlüssen die elektrische Energie abgreifbar ist und eine Schaltanordnung, zur Begrenzung der Temperatur des veränderbaren Magnetfeldes.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zur Erzeugung eines veränderbaren Magnetfeldes einen Permanentmagneten (1) und je eine in dessen Polbereichen (4, 5) angeordnete und durch die Schaltanordnung an eine Spannung anlegbare Magnetspule (2, 3) aufweist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltanordnung eine Gleichrichteranordnung (12) und eine Batterie (13) zur Speicherung der elektrischen Energie aufweist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltanordnung zur Einschaltung und Ausschaltung des Stromes für die Magnetspulen (2, 3) in Abhängigkeit vom in der Spule (6) induzierten Strom ausgebildet ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltanordnung einen Temperaturfühler, welcher die Temperatur des Körpers (7) erfasst und eine Vorrichtung zur Steuerung der Wärmezufuhr zum Körper (7) aufweist.

6. Verfahren zum Betrieb der Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Körper (7) durch das Magnetfeld magnetisiert wird und darauffolgend durch die Wärmequelle bis zu seiner Curie-Temperatur aufgeheizt und auf dieser Temperatur gehalten wird, der dabei durch Abnahme des magnetischen Flusses durch die Spule (6) darin induzierte erste Strom eine Erhöhung der durch die Einrichtung zur Erzeugung eines veränderbaren Magnetfeldes erzeugten Feldstärke und dadurch die erneute Magnetisierung des Körpers (7) bewirkt, der dabei durch Zunahme des Flusses in der Spule (6) induzierte zweite Strom eine Abnahme der durch die Einrichtung erzeugten Feldstärke bewirkt, was mit der Wärmezufuhr zur Erhaltung der Curie-Temperatur des Körpers (7) zur erneuten Abnahme des Flusses und zur Induzierung des ersten Stromes führt.

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur direkten Umwandlung von Wärmeenergie in elektrische Energie, sowie ein Verfahren zu deren Betrieb.

Zur direkten Umwandlung von Wärmeenergie in elektrische Energie sind thermoelektrische Elemente bekannt, beruhend auf dem Seebeck-Effekt (Lueger, Lexikon der Technik, Bd. 7, Stuttgart 1965, S. 292). Der mit thermoelektrischen Elementen erreichbare Wirkungsgrad von gegen 15% ist z.B. vergleichbar dem Wirkungsgrad photovoltaischer Zellen (Solarzellen), welche Strahlungsenergie im Frequenzbereich um das sichtbare Licht in elektrische Energie umwandeln.

Zur Erzielung eines die sinnvolle Nutzung im Energiebereich erlaubenden Wirkungsgrades bei Thermoelementen sind allerdings sehr teure Legierungen, wie z.B. Bi_2Te_3 vonnöten, was eine wirtschaftliche Anwendung der an sich wünschbaren direkten Umwandlung von Wärme in elektrische Energie zur Zeit ausschliesst. Ferner ist der Temperaturbereich in dem diese Thermoelemente einsetzbar sind beschränkt, da sie Temperaturen über 450°K nicht dauernd standhalten.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine

Vorrichtung zur direkten Umwandlung von Wärme in Elektrizität zu schaffen, welche die obenerwähnten Nachteile in vermindertem Mass aufweist und bei der insbesondere keine teuren Werkstoffe benötigt werden.

Dies wird erreicht durch eine Vorrichtung, welche gekennzeichnet ist durch eine Einrichtung zur Erzeugung eines veränderbaren Magnetfeldes innerhalb eines Luftspaltes, einen im wesentlichen innerhalb des Luftspaltes angeordneten und durch die Wärmeenergie auf seine Curie-Temperatur heizbaren Körper aus ferromagnetischem Material, mindestens eine, auf diesen Körper gewickelte Spule, an deren Anschlüsse die elektrische Energie abgreifbar ist und eine Schaltanordnung, zur Begrenzung der Temperatur des Körpers und zur Steuerung des veränderbaren Magnetfeldes.

Ferner wird ein Verfahren zum Betrieb der Vorrichtung gezeigt, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass der Körper durch das Magnetfeld magnetisiert wird und darauffolgend durch die Wärmequelle bis zu seiner Curie-Temperatur aufgeheizt und auf dieser Temperatur gehalten wird, der dabei durch Abnahme des magnetischen Flusses durch die Spule darin induzierte erste Strom eine Erhöhung der durch die Einrichtung zur Erzeugung eines veränderbaren Magnetfeldes erzeugten Feldstärke und dadurch die erneute Magnetisierung des Körpers bewirkt, der dabei durch Zunahme des Flusses in der Spule induzierte zweite Strom eine Abnahme der durch die Einrichtung erzeugten Feldstärke bewirkt, was mit der Wärmezufuhr zur Erhaltung der Curie-Temperatur des Körpers zur erneuten Abnahme des Flusses und zur Induzierung des ersten Stromes führt.

Bei der auf der sogenannten Curie-Temperatur, bei welcher sich ein ferromagnetischer Werkstoff in einen paramagnetischen umwandelt, beruhenden Vorrichtung können handelsübliche Werkstoffe verwendet werden, was die Möglichkeit ergibt, eine kostengünstige Vorrichtung zu schaffen. Damit kann ein Betrieb auch bei geringem Wirkungsgrad wirtschaftlich sein. Die grossen Unterschiede der Curie-Temperaturen verschiedener Werkstoffe erlauben eine Anpassung der Vorrichtung an viele Wärmequellen.

In der Folge werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Figuren näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemässen Vorrichtung,

Fig. 2 ein Prinzipschema der Schaltanordnung von Fig. 1.

In Fig. 1 ist eine Ausführungsform der Erfindung schematisch dargestellt. Der Magnet 1 erzeugt im Luftspalt zwischen seinen Polen 4 und 5 ein Magnetfeld. Auf den Polen 4 und 5 sind zusätzlich die Magnetspulen 2 und 3 angeordnet, welche derart geschaltet sind, dass bei Erregung derselben eine Erhöhung der Feldstärke im Luftspalt bewirkt wird. Im Luftspalt des Magneten 1 angeordnet ist der Körper 7 aus ferromagnetischem Material. Dieser sollte den Luftspalt möglichst ausfüllen, um den magnetischen Widerstand des magnetischen Körpers gering zu halten, andererseits sollte zwischen jedem Pol 4 und 5 und dem Körper ein Luftspalt verbleiben, um die Wärmeübertragung vom Körper 7 auf den Magnet 1 gering zu halten. Der Körper 7 ist mit einer Spule 6 bewickelt, welche in die Teilspulen 6a und 6b aufgeteilt ist, um die ungehinderte Wärmezufuhr in der Mittenzone des Körpers zu ermöglichen. Erfolgt diese Wärmezufuhr z.B. bei einem rohrförmigen Hohlkörper durch das Innere, so kann die Spule natürlich auch ohne Aufteilung in Teilspulen gewickelt werden. Die Aufheizung des Körpers 7 auf die Curie-Temperatur erfolgt mittels der schematisch dargestellten Wärmequelle 8. Die Temperatur des Körpers wird mittels eines Temperaturfühlers 9 erfasst und als elektrisches Signal über eine Leitung an die Schaltanordnung 10 gegeben. Die Wärmequelle 8 ist ihrerseits durch die Schaltanordnung 10 steuerbar, wodurch ein Regelkreis gebildet wird, mittels dem die Temperatur des Körpers auf gewünschtem Niveau gehalten wer-

den kann. Die auf den Körper 7 gewickelte Spule 6 ist über einen Gleichrichter 12 an eine Batterie 13 angeschlossen, welche zur Speicherung der erzeugten elektrischen Energie dient. Die Schaltanordnung 10 steuert weiterhin den Schalter 11, über den die Magnetspulen 2, 3 erregende Strom fliesst. Dieser wird, wie die Speisung der Schaltanordnung bei der gezeigten Ausführungsform, der Speicherbatterie 13 entnommen, könnte aber auch aus einer anderen Stromquelle, z.B. aus photovoltaischen Zellen entnommen werden. Die Schaltanordnung 10 kann z.B. auch den Ladezustand der Batterie 13 überwachen und die Vorrichtung demgemäss steuern.

Die Umwandlung von Wärmeenergie in elektrische Energie mittels der Vorrichtung beruht auf dem Effekt, dass ein ferromagnetischer Werkstoff bei der Curie-Temperatur, welche z.B. für Eisen 768°C, für Nickel 360°C beträgt, sich in einem paramagnetischen Werkstoff umwandelt. Im kalten Zustand ist der Körper 7 durch das Magnetfeld des Magneten 1 magnetisiert und der Fluss durch die Spule 6 ist konstant. Durch Erwärmung des Körpers 7 verschwindet dessen Magnetisierung bei der Curie-Temperatur, was eine Änderung des die Spule 6 durchsetzenden Flusses bewirkt und damit eine Spannung bzw. einen Strom in der Spule 6 induziert. Dieser Stromfluss in die Batterie erhöht deren Ladezustand. Der Magnet 1, welcher über die Luftspalte thermisch vom Körper 7 isoliert ist und zur Verhinderung einer Temperaturerhöhung passiv oder aktiv gekühlt werden kann, behält sein Magnetfeld bei. Durch den induzierten Strom in der Spule 6 wird die Schaltanordnung angesteuert, welche ihrerseits den Schalter 11 betätigt und damit die Magnetspulen 2, 3 erregt. Das dadurch betragsmässig erhöhte Magnetfeld, zusammengesetzt aus jenem des Magneten 1 und der Magnetspulen 2, 3, vermag den Körper 7 trotz der Curie-Temperatur, zu magnetisieren, d.h. die Elementarmagnete im Körper 7 werden ausgerichtet. Die Erhöhung des Magnetfeldes, sowohl durch die Magnetspulen 2, 3, als auch durch die Ausrichtung der Elementarmagnete im Körper 7, bewirkt wiederum einen in der Spule 6 induzierten Strom, welcher der Batterie 13 zugeführt wird. Abgesehen von Konversionsverlusten, wird dadurch die zur Erregung der Magnetspulen 2,3 der Batterie entnommene Energie wieder an die Batterie abgegeben. Der induzierte Stromstoss wird von der Schaltanordnung als Steuersignal erkannt und führt zur Abschaltung der Magnetspulen 2, 3 mittels des Schalters 11. Bei der Magnetisierung des Körpers 7 werden seine Elementarmagnete und damit seine Moleküle wie-

der mehr oder minder parallel ausgerichtet. Sie verlieren dadurch einen Teil ihrer Bewegungsenergie und da molekulare Bewegung und Temperatur identisch sind, sinkt die Temperatur des Körpers 7 bei der Magnetisierung unter den Curie-Punkt. Um die Curie-Temperatur wieder zu erreichen, muss der Körper 7 von der Wärmequelle 8 wieder aufgeheizt werden. Dies ist der eigentliche Umwandlungsprozess von Wärme in elektrische Energie. Durch die Wärmezufuhr zur Erhaltung der Curie-Temperatur wird die Ausrichtung der Elementarmagnete im Körper 7, trotz des verbleibenden Magnetfeldes vom Magnet 1, zerstört und der die Spule 6 durchsetzende Fluss nimmt ab, was wieder einen Strom induziert, welcher einerseits in der Batterie 13 gespeichert wird und andererseits die erneute Erregung der Magnetspulen 2, 3 und die Ausrichtung der Elementarmagnete bewirkt, welche nach Abschaltung der Magnetspulen 2, 3 wieder durch die Wärme zerstört wird. Die Vorrichtung wechselt also nach Erreichen der Curie-Temperatur und unter Wärmezufuhr zur Aufrechterhaltung derselben ständig ihren Zustand und erzeugt dabei einen Wechselstrom. Nach Gleichrichtung desselben erfolgt die Stromabnahme für Nutzungszwecke an den Polen der Batterie 13.

Fig. 2 zeigt ein einfaches Schaltschema für die Schaltanordnung.

Für die Schaltanordnung können handelsübliche Bauelemente in Standardschaltungen verwendet werden, so z.B. ein Komparator 15, dessen Eingänge mit einer ersten Spannung vom Temperaturfühler 9 und mit einer zweiten einstellbaren Spannung belegt sind. Diese wird in der Darstellung durch einen Spannungsteiler mit zwei Widerständen gebildet. Der Komparatorausgang steuert dann die Wärmequelle 8 z.B. über ein Regulierventil oder eine Strahlenblende. Als Schalter 11 kann z.B. ein Schalttransistor eingesetzt werden. Um den Energieverbrauch der Schaltanordnung möglichst gering zu halten, können dabei z.B. integrierte Schaltungen in CMOS-Technik und ein Feldeffektschalttransistor eingesetzt werden.

Durch die Wahl des Werkstoffes für den Körper 7 ist die Curie-Temperatur und damit der Arbeitspunkt der Vorrichtung in einem weiten Bereich wählbar. Besonders vorteilhaft erscheint der Gebrauch der Vorrichtung überall wo Abwärme anfällt, die bisher wirtschaftlich nicht nutzbar war. Werden z.B. Solarzellenfelder gekühlt, so kann die Vorrichtung die Abwärme nutzbar machen und die Elektrizität an die bei Solarzellenanlagen bereits vorhandene Pufferbatterie abgeben.

