9) DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

Ausschliessungspatent

Erteilt gemaeß § 5 Absatz 1 des Aenderungsgesetzes zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461 (11) 1564 54

Int.Cl.³ 3(51) H 01 L 35/32
H 01 L 35/20
H 01 L 35/34

MT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veroeffentlicht

1) AP H 01 L/ 2276 57 S (22) 16.02.81 (44) 25.08.82
1) 117342 (32) 15.02.80 (33) US

1) siehe (72)
2) WILSON, KENNETH T.;US;
3) siehe (72)
4) INTERNATIONALES PATENTBUERO BERLIN, 1020 BERLIN, WALLSTRASSE 23/24

4) THERMOELEKTRISCHE VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DERSELBEN

7)Es wird ein thermoelektrischer Generator aus einer Vielzahl von Thermoelementen auf einem Substrat in schmaler reifenform vorgestellt. Die Thermoelemente werden mittels erster und zweiter Tinten aus geeigneten unterschiedlichen etallpulvern mit Binde- oder Flußmitteln aufgedruckt und die entgegengesetzten Thermoelemente werden sammengeschmolzen. Die Streifen werden nebeneinander in groeßeren Stueckzahlen zu einer rechteckigen Platte geordnet, und die entgegengesetzten Enden elektrisch leitend verbunden. Das Verfahren umfaßt die folgenden arbeitungsschritte: Zufuehrung des Substrates; Weiterleitung durch erste und zweite Druckmaschinen zur Bildung einer elzahl von in Reihe geschalteten Thermoelementen; Zufuehrung zu einer Schmelzvorrichtung (Induktionsofen); Durchgang rch eine Querschneidevorrichtung; Laengsschneiden der Folien in schmale Streifen relativ zu den Thermoelementen, e auf den Streifen aufgedruckt sind; und schließlich Buendelung der Streifen. Eine vorbestimmte Zahl der uendel wird zu einer Platte zusammengesetzt. - Fig.3 -

Berlin, den 16.10.1981
58 787/17

Thermoelektrischer Generator und Verfahren zu seiner Herstellung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft die Umwandlung sowohl der Wärmeenergie der Sonnenstrahlung als auch anderer Formen der Wärmeenergie in Elektroenergie, ohne sich bewegende Teile, weder energie- noch materialintensiv, durch Ausnutzung des Seebeck-Effektes.

1821 entdeckte T. J. Seebeck, daß eine elektromotorische Kraft erzeugt wird, wenn man zwei verschiedene Leiter zu einer Schleife verbindet und eine Temperaturdifferenz zwischen den beiden Verbindungsstellen aufrecht erhält. Eine solche Schleife nennt man ein Thermoelement, das einen Generator einer thermoelektrischen oder Seebeck-EMK darstellt.

1843 entdeckte J. C. A. Peltier, daß sich eine der beiden Verbindungsstellen zwischen den Leitern abkühlt und die andere erwärmt, wenn ein elektrischer Strom durch zwei verschiedenartige Leiter hindurchfließt, die zu einer Schleife verbunden sind. Wenn die Stromrichtung umgekehrt wird, erfährt der Effekt ebenfalls eine Umkehrung, die erste Verbindungsstelle erwärmt sich und die zweite kühlt sich ab.

1853 wies Quintus Icilus nach, daß die Menge der Wärmeabgabe oder -aufnahme an jeder Verbindungsstelle dem Strom direkt proportional ist.

1854 bestimmte William Thompson bei einem Versuch zur Erklärung der Diskrepanzen zwischen den experimentellen Ergebnissen hinsichtlich der Änderungstemperatur in einem Leiter, wenn die Temperatur des Leiters verändert wurde, diese Wärme, Thompson-Wärme genannt, als proportional dem Produkt aus dem Strom und dem Temperaturgradienten. Es handelt sich hierbei um einen reversiblen Vorgang in dem Sinne, daß sich der Leiter von einem Generator für Thompson-Wärme zu einem Absorber von Thompson-Wärme ändert, wenn entweder die Richtung des Stromes oder des Temperaturgradienten, aber nicht beide auf einmal umgekehrt werden.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bis jetzt waren die thermoelektrischen Generatoren hinsichtlich ihrer Spannungserzeugung wegen der Konstruktion der Thermoelemente in hohem Maße begrenzt. Die genannte Konstruktion verwendete massive Metalldrähte, -bänder, -stangen und dergleichen.

Eine der Forderungen für die Gewinnung der Thermoelektrizität besteht darin, daß die Temperatur einer der beiden Verbindungsstellen jedes Thermoelementes relativ zu der anderen erhöht sein muß. Je größer die Temperaturdifferenz ist, desto größer ist das Spannungspotential zwischen den beiden Verbindungsstellen. Diese Spannungen sind sehr klein. Zum Beispiel würde sich bei einem Chromel-Konstantan-Thermoelement mit einer Temperaturdifferenz von 100 °C zwischen 0 °C und 100 °C eine Spannung von 6,317 mV ergeben. Daher liefern 1000 solche Verbindungsstellen in einer Reihenschaltung 6,317 V.

Es ist daher offensichtlich, daß bei einer wesentlichen Ausnutzung der Thermoelektrizität zwei Voraussetzungen vorhanden sein müssen: Erstens eine große Anzahl von Verbindungsstellen und zweitens die größtmögliche Temperaturdifferenz. Gegenwärtig werden Thermoelemente durch Zusammenschmelzen zweier unterschiedlicher Metalle, in Form eines Metalldrahtes, eines Bandes oder einer Stange hergestellt. Die Hochtemperaturverbindung ist ein Schweißvorgang, bei welchem die beiden Oberflächen zusammengeschmolzen werden, so daß es an ihren Verbindungsoberflächen zu einem Vermischen der Metalle kommt.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, den Materialaufwand der herkömmlichen Zellen zu vermeiden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, einen thermoelektrischen Generator zu schaffen, der bei geringem Materialaufwand und geringer Baugröße eine hohe Ausgangsspannung liefert.

Einer der wesentlichsten Unterschiede bei der Lösungsmethode der vorliegenden Erfindung betrifft die Art der Herstellung der Thermoelemente. Statt massiver Metalle, wie Drähte, Flachdrähte, Band oder Stangen, finden Metallpulver in sehr feiner Verteilung und vermischt mit einem geeigneten Binde- oder Flußmittel zur Herstellung einer metallischen Tinte zum Drucken einer Vielzahl von Thermoelementen in Reihe auf einem geeigneten Substrat Verwendung. Das Bedrucken kann im Siebdruck, Offsetdruck, Stein- oder Buchdruck erfolgen. Die

einzelnen Thermoelemente werden seriell bedruckt, wobei zuerst ein Kupferleiter vorausgeht und dann ein Konstantanleiter über das Kupfer gedrückt werden kann. Sie werden dann durch einen Induktionsofen geführt, in dem die Metalle durch die Wärme, die in den Metallteilchen selbst hervorgerufen wird, geschmolzen werden. Statt des Induktionsofens kann ein Mikrowellenofen oder ~~von~~ ein~~em~~ lasergesteuerter Schmelzofen verwendet werden. Ein elektrischer Leiter aus massivem Metall ist somit garantiert. Durch ein Zusammenmischen der Metalle an den Verbindungen werden weiterhin gute Thermoelemente garantiert.

Bei der vorliegenden Erfindung soll eine Vielzahl von Thermoelementen in einer Reihenanordnung auf einem schmalen Band hergestellt werden, das zu einer Spulenform zusammengerollt oder in großer Zahl in Form eines elektrisch verbundenen Streifens angeordnet werden kann, um eine im allgemeinen rechteckige Platte zu erhalten.

Der Temperaturunterschied zwischen den heißen und kalten Seiten der Thermoelemente der wechselweise aufeinanderfolgenden Streifen wird durch eine elektrische Verbindung zwischen der unteren oder kalten Seite eines ersten Streifens jedes Paares und der oberen oder heißen Seite eines zweiten Streifens vergrößert.

Der erfindungsgemäße thermoelektrische Generator ist gekennzeichnet durch einen geeigneten Substratstreifen einer vorbestimmten Länge und Breite, der eine Vielzahl von räumlich getrennt angeordneten ersten und zweiten Thermoelementschenkeln aufweist, die im allgemeinen längs ihrer Ausdehnung nebeneinander liegen, wobei die Schenkel mit

einer ersten beziehungsweise zweiten Tinte, hergestellt aus Metallen unterschiedlicher elektrischer Leitfähigkeit durch Mischen mit einem geeigneten Bindemittel, bedruckt sind und die Schenkel weiterhin sich entgegengesetzt erstreckende und überlappend bedruckte Verbindungsteile an ihren Enden aufweisen, derart, daß die ~~die~~ Schenkel mit unterschiedlicher Leitfähigkeit elektrisch leitend miteinander verbunden sind, um zu einer ersten Vielzahl von in Reihe geschalteten Thermoelementen zu gelangen, wobei das Metallpulver auf dem Substrat durch Schmelzen in eine feste Masse auf den Schenkeln und Verbindungsteilen mit einem Mischen der ersten und zweiten Metalle auf den Verbindungsteilen überführt ist.

Auf jeden der vorgenannten ersten Streifen ist die erste Thermoelementereihe aufgedruckt, wobei zur Bildung einer im allgemeinen rechteckigen Form eine Berührung der Vorder- und Rückseiten besteht und jeder Streifen erste und zweite Anschlußlaschen aufweist, die sich von den jeweiligen Enden elektrisch leitend nach außen zu den entgegengesetzten Enden der ersten Reihe von Thermoelementen erstrecken.

Es sind erste und zweite Anschlüsse vorhanden, die sich bis zu den ersten und zweiten Anschlußlaschen erstrecken, derart, daß eine elektrische Zusammenschaltung aller ersten Thermoelemente in Parallelschaltung möglich ist.

Die ersten und zweiten Anschlußlaschen erstrecken sich in der Breite von einer oberen Längskante des Streifens bis zu einem Punkt, der etwa unterhalb der Hälfte der vorbestimmten Breite liegt.

Eine zweite Vielzahl von Streifen ist aufeinanderfolgend in einer Vorderseite-Rückseite-Beziehung zwischen jedem Paar der ersten Vielzahl von Streifen angeordnet, wobei jede der zweiten Vielzahl von Streifen eine zweite Thermoelementenreihe umfaßt, die ähnlich der ersten Thermoelementenreihe aufgedruckt und geschmolzen ist. Weitere dritte und vierte Anschlußlaschen erstrecken sich von den jeweiligen Enden nach außen. Sie sind so breit, daß sie von einer unteren Längskante des Streifens bis zu einem Punkt reichen, der etwas unterhalb der Hälfte der vorbestimmten Breite liegt.

Dritte und vierte elektrische Anschlüsse bis zu den dritten und vierten Anschlußlaschen ermöglichen eine elektrische Zusammenschaltung aller zweiten Thermoelementereihen in Parallelschaltung.

Zwischen den ersten und zweiten und zwischen den dritten und vierten Anschlüssen besteht zweckmäßig eine elektrische Verbindung.

Im elektrischen Stromkreis sind Regelelemente vorgesehen, die die Elektrizitätsmenge zwischen den ersten und zweiten Thermoelementereihen regeln, die sich durch die Einwirkung einer Wärmequelle auf die oberen Randteile ergibt.

Die Breite der ersten und zweiten Streifen liegt vorteilhaft zwischen 6,35 mm und 12,7 mm und die Zahl der aufgedruckten Thermoelemente beträgt vorzugsweise mehr als 100 auf 25,4 mm.

Das Verfahren zur Herstellung umfaßt folgende Schritte:

- Zuführen der Substratfolie;
- Hindurchführen der Folie nacheinander durch erste und zweite Metalltintendruckmaschinen, wobei erste und zweite Thermoelemente mit Anschlüssen mittels Tinten aus verschiedenen Metallpulvern unterschiedlicher Leitfähigkeit in geeigneten Bindemitteln aufgedruckt werden, derart, daß die ersten und zweiten Verbindungsstellen eine Überlappung aufweisen und eine Reihe von Thermoelementen entsteht;
- Schmelzen der bedruckten Thermoelemente zum Zusammenschmelzen der Metallpulver zu kompakten Thermoelementen;
- Längsschneiden der Folie;
- Weiterleitung zur Bündelmaschine;
- Weiterleitung der Bündel zu einer Montagestelle;
- Zusammenbau zu rechteckigen Platten;
- Weiterbeförderung zur Sammel- und Aufbewahrungsstelle.

Die Platten können nacheinander mehreren Montagestellen zugeführt werden, wo die unteren Anschlußelemente aller ersten abwechselnden Streifen mit den oberen Anschlußelementen aller zweiten abwechselnden Streifen elektrisch verbunden werden.

Wenn das Substrat in Rollenform geliefert wird, ist eine Querschneidevorrichtung zwischen dem Längsschneider und der Schmelzstelle vorhanden, um das Substrat in Folienform zu schneiden. An gleicher Stelle kann auch eine Bearbeitungsstelle zum Aufbringen von Klebstoff vorgesehen werden.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: eine fragmentarische vergrößerte Draufsicht auf einen ersten Thermoelementstreifen;

Fig. 2: eine ähnliche Draufsicht auf einen zweiten Thermoelementstreifen;

Fig. 3: eine isometrische Ansicht einer Vielzahl von wechselweise aufeinanderfolgenden ersten und zweiten Streifen in einer Darstellung in auseinandergezogener Anordnung;

Fig. 4: eine Draufsicht auf ein Ende eines Bündels von wechselweise aufeinanderfolgenden ersten und zweiten Streifen, die elektrisch untereinander verbunden sind, um die Temperaturdifferenz zwischen ihren heißen und kalten Seiten zu verstärken;

Fig. 5: einen Grundriß eines Paares der typischen Thermogeneratorplatten;

Fig. 6: eine Seitenansicht eines Paares der Montageplatten in Anordnung nach der Mehrschichtenkonstruktion, wobei die heißen Seiten nach außen weisen und die kalten Seiten aneinandergrenzen;

Fig. 7: eine schematische Darstellung der einzelnen Bearbeitungsstufen der Herstellung der thermoelektrischen Platten.

Ein Thermogeneratorstreifen 10 enthält eine Vielzahl von Thermoelementen 12, die in Reihe längs eines entsprechenden Substratstreifens 14 angeordnet sind, der im allgemeinen eine Impulsrechteckwellenform aufweist. Die Thermoelemente 12

sind aus senkrecht im Abstand angeordneten Schenkeln 16; 18 mit entgegengesetzt hervorstehenden oberen und unteren Verbindungsteilen 20 und 22 gebildet, die eine Verbindung zwischen den Schenkelpaaren 16 und 18 in Form einer Impulsrechteckwelle bilden. Die Thermoelementform wird auf den Substratstreifen 14 aufgedruckt. Ein erstes Metallpulver, z. B. Kupfer, wird mit einem geeigneten Binde- oder Flußmittel vermischt und auf das Substrat aufgedruckt, um die ersten Schenkel 16 zu bilden und das Thermoelement auf den Verbindungsstreifen 20; 22 vorzubereiten.

Das Konstantan oder das zweite Metall wird in einer ähnlichen Weise in Puderform hergestellt und auf den Streifen 14 und die Verbindungsteile aufgedruckt, um den zweiten Schenkel 18 und die Thermoelemente 20 und 22 zu bilden. Die Thermoelemente 20 bilden normalerweise die warme Kante 24 und die Thermoelemente 22 die kalte untere Kante 26. Der Streifen wird dann einer Wärmequelle ausgesetzt, z. B. einem Induktionsofen, um die Metallpulver durch einen Schmelzvorgang in feste Massen umzuwandeln, wobei ein Zusammenwachsen der Thermopaare 20; 22 bewirkt wird.

Ein Paar Anschlußlaschen 28; 30 mit einem Überzug aus dem ersten Metall, z. B. Kupfer, bildet die elektrische Verbindung zum Ende der ersten Schenkel 16 und erstreckt sich von der entgegengesetzten oberen Seitenkante der Streifen 14 nach außen.

Das Aufdrucken erfolgt auf einem relativ schmalen Streifen mit einer Breite von ungefähr 6 bis 10 mm in der Impulsrechteckwellenform, wie weiter oben beschrieben wurde. Die gedruckte Thermoelementkonstruktion funktioniert ebenso wie Thermoelemente aus Draht oder Metallband, nur kann ein

solches Thermoelement viel schneller aufgedruckt, viel enger und viel schmaler als Draht- oder Bandkonstruktion hergestellt werden. Der Substratstreifen 14 besteht aus einem hochtemperaturbeständigen und elektrisch isolierenden Material, welches eine Dicke in der Größenordnung von 2,5/100 bis 5/100 mm aufweisen kann.

Es werden wenigstens 100 Thermoelemente auf je 2,5 lineare cm Substratstreifen 14 aufgedruckt.

Der Hauptzweck für das Aufdrucken und die Verwendung von sehr großen Stückzahlen von Thermoelementen besteht darin, die Verwendung einer viel kleineren Differenz zwischen den oberen oder heißen Verbindungsstellen und den unteren oder kalten Verbindungsstellen bei einer großen Energieleistungsfähigkeit zu ermöglichen. Das Chromel/Konstantan-Thermoelement weist eine Konstante von 6,317 mV bei einer Temperaturdifferenz von 100 °C auf und bei einer Differenz von nur 20 °C werden 1,192 mV je Thermoelement erzeugt. Dies entspricht 0,001192 V. Mit 100 Thermoelementen in Reihe sind dies 0,1192 V je 2,5 cm und 1,192 V je 25 cm und 11,92 V je 250 cm mit nur 10000 Thermoelementen in Reihe. Bei einer Dicke von insgesamt 7,5/100 mm für den Streifen und die Thermoelemente kann dieser 250 cm-Streifen effektiv 12 V erzeugen und zu einer Spule von ungefähr 18 mm aufgerollt werden. Natürlich kann der Streifen so aufgerollt werden, daß eine im allgemeinen rechteckige Form entsteht, oder der Streifen kann als eine Vielzahl von kürzeren Streifen in Reihe geformt werden, wobei insgesamt 2500 cm 119,2 V oder 120 V Gleichspannung liefern. So gesehen ist es einfach, eine elektrische Verbindung entweder in Reihe oder parallel herzustellen, um irgendeine Spannung für irgendein gewünschtes Strom-/Spannungsverhältnis zu erhalten.

Fig. 2 zeigt einen zweiten Substratstreifen 50, der mit dem Streifen 10 identisch ist. Alle Bezugszeichen entsprechen den vorangegangenen, außer den Endanschlußlaschen 52; 54. Die sich von entgegengesetzten Teilen der unteren Seitenkante des Streifens 50 nach außen erstrecken und in ähnlicher Weise mit dem ersten Metall, z. B. Kupfer, überzogen und mit den ersten Schenkeln 16' elektrisch verbunden sind. Die Anschlußlaschen 28; 30 des ersten Streifens 10 und die Endanschlußlaschen 52; 54 des zweiten Streifens 50 erstrecken sich von der oberen Kante des Streifens 10 nach unten und von der unteren Kante des Streifens 50 nach oben, mit Abständen, die kleiner sind als die Hälfte der Streifenhöhe (Fig. 4).

Um die Temperaturdifferenz durch eine andere Wirkung des Seebeck-Effektes zu vergrößern, wechseln die Streifen 10 und 50 gemäß Fig. 3 und 4. Zahlreiche Streifen 10 und 50 werden so zu einer Platte angeordnet. Fig. 5 zeigt bei 80; 82 zwei in Reihe angeordnete Platten.

Alle Streifen 10 sind mittels der Anschlußlaschen 28; 30 elektrisch parallel geschaltet, wie dies an den Stellen 58; 60 in Fig. 4 zu erkennen ist. Die Streifen 50 sind bei 62; 64 durch die Anschlußlaschen 52; 54 ähnlich verbunden. Durch Anlegen einer Spannung und das Fließen eines Stromes zwischen den Anschlußlaschen über die Zuleitungen 66; 68 kommt es zu einem thermischen Kühleffekt. Dabei wird der normalerweise kältere untere Teil statt durch Strahlung aktiv thermoelektrisch gekühlt. Die Wärme, die von den unteren oder kalten Thermoelementen 22' der Streifen 50 abgeführt wird, wird dann den oberen oder heißen Thermoelementen 20 des Streifens 10 zugeleitet. In der Zuleitung 66

befindet sich ein Spannungsregler 70, um die elektrische Übertragung auf die oberen Thermoelemente 20 zu begrenzen. Die von den unteren Thermoelementen 22' entnommene Wärme, die durch Radiation verlorengegangen wäre, wird zu den oberen Thermoelementen zurückgefördert. Diese Wärmeenergie wird der von der Sonne oder einer anderen Wärmequelle empfangenen normalen Wärmeenergie der genannten oberen Thermoelemente 20 hinzugefügt. Wenn die oberen Thermoelemente 20 des Streifens 10 von einer Wärmequelle Energie empfangen, wird die obere Oberfläche ständig wärmer sein als die untere Oberfläche. Dadurch wird eine Anfangselektroenergie erzeugt.

Ist diese erste relativ geringe Energiemenge einmal erzeugt worden und dem zweiten parallden Streifen 50, der sich in einem innigen Kontakt mit dem ersten Streifen 10 befindet, zugeführt, kommt es zu einem verstärkenden oder regenerativen Prozeß. Die Regeneration bezieht sich dabei auf die Fähigkeit des zweiten Streifens 50, eine kalte untere Verbindungsstelle 22' zu erzeugen und die Wärme zu der erwärmten Verbindungsstelle 20 des Streifens 10 zu fördern, um die Erzeugung von Elektroenergie zu verstärken. Wenn sich die Temperaturdifferenz zwischen den erwärmten oder Energie aufnehmenden Verbindungsstellen 20 der Streifen 10 und den kalten Kopplungs- oder Verbindungsstellen 22'. der Streifen 50 vergrößert, die dadurch gekühlt werden, wird sich die EMK wesentlich vergrößern. Der Strom wird durch die zunehmende Spannung ansteigen, durch die verstärkte Kombination der beiden abwechselnden Reihen von Thermoelementstreifen 10 und 50 erzeugt wird.

Jede Platte 80 wird gegen Witterungseinwirkung gekapselt oder abgedichtet 84. Die obere, der Wärmeeinwirkung aus-

gesetzte Seite wird so konstruiert, daß sie eine maximale Wärmemenge aufnimmt. Die untere oder kalte Seite wird gegen jede Wärmequelle isoliert, z. B. durch ein Dach.

Fig. 6 zeigt zwei Platten 80'; 81' in einer Anordnung vor, bei der zwei gekühlte Oberflächen 86 aneinandergrenzen, während zwei heißere Seiten 88; 90 außen entgegengesetzt aneinandergrenzen, um Wärme von irgendeiner verfügbaren Quelle aufzunehmen.

Die Anwendungsgebiete der vorliegenden Einrichtung sind im wesentlichen unbegrenzt: Energieumwandlung für Wohnhäuser, wobei die Platten gemäß der obigen Beschreibung auf dem Dach in notwendiger Menge zur direkten Erzeugung von elektrischer Energie für den Hauseigentümer angebracht sind, kommerzielle und industrielle Anwendungen sowie Antrieb von Fahrzeugen und Schiffen aller Arten.

Das Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen thermoelektrischen Generatorplatten ist in Fig. 7 dargestellt, wo eine erste Bearbeitungsstelle 100 mit einer Substratzuführung in Folienform in einer ersten Anwendungsform vorgesehen ist. Von hier gelangen die Folien nacheinander durch erste und zweite Metalltintendrucker 102 und 104, um mehrere Reihen erfindungsgemäßer Thermoelemente auf der ganzen Breite jeder Folie aufzudrucken. Die betreffenden Tinten werden aus geeigneten Gemischen verschiedener feingepulverter Metalle und einem Träger- oder Flußmittel hergestellt.

Von der zweiten Tintendruckmaschine 104 laufen die Folien durch eine Schmelzvorrichtung 106, wo die metallischen Teilchen der aufgedruckten Thermoelemente durch ein Zusammen-

schmelzen der Metalle an allen Thermoelementverbindungsstellen 20; 22 zu einer festen Masse zusammengeschmolzen werden.

Nach der Schmelzvorrichtung 106 laufen die Folien durch einen Längsschneider 108, wo sie in eine Reihe von Thermoelementstreifen 10 und 50 aufgeschnitten und in Querrichtung um 90° zwecks Bündelung der Thermoelementstreifen in einer Bündelmaschine 110 gedreht werden. In dieser werden die Streifen der jeweiligen Folien gebündelt.

Von der Bündelstelle 110 werden die Bündel nacheinander einer von vielen Montagestellen 112 zugeführt, wo die einzelnen Bündel zu Platten 80; 82 (Fig. 5) zusammengestellt werden. Von hier gelangen die fertigen Platten zu einer Sammel- und Aufbewahrungsstelle 114.

Zwischen den Stellen 106; 108 ist vorzugsweise mit der Schmelzvorrichtung und dem Längsschneider eine Bearbeitungsstelle 116 für das Aufbringen von Klebstoffen vorgesehen, um die Streifen 10 und 50 bündelweise zusammenzustellen.

Sollte das Substrat 14 in einer Rolle vorliegen, ist eine Bearbeitungsstelle 118 zum Querschneiden im Anschluß an die Schmelzvorrichtung 106 vorgesehen.

Erfindungsanspruch

1. Thermoelektrischer Generator, gekennzeichnet durch einen geeigneten Substratstreifen einer vorbestimmten Länge und Breite, der eine Vielzahl von räumlich getrennt angeordneten ersten und zweiten Thermoelementschenkeln aufweist, die im allgemeinen längs ihrer Ausdehnung nebeneinanderliegen, wobei die Schenkel mit einer ersten beziehungsweise zweiten Tinte, hergestellt aus Metallen unterschiedlicher elektrischer Leitfähigkeit durch Mischen mit einem geeigneten Bindemittel, bedruckt sind und die Schenkel weiterhin sich entgegengesetzt erstreckende und überlappend bedruckte Verbindungsteile an ihren Enden aufweisen, derart, daß die Schenkel mit unterschiedlicher Leitfähigkeit elektrisch leitend miteinander verbunden sind, um zu einer ersten Vielzahl von in Reihe geschalteten Thermoelementen zu gelangen, wobei das Metallpulver auf dem Substrat durch Schmelzen in eine feste Masse auf den Schenkeln und Verbindungsteilen, mit einem Mischen der ersten und zweiten Metalle auf den Verbindungsteilen, überführt ist.

2. Thermoelektrischer Generator nach Punkt 1, der einer ersten Vielzahl der genannten Streifen einschließt, gekennzeichnet dadurch, daß auf jeden ersten Streifen die erste Thermoelementreihe aufgedruckt ist, wobei zur Bildung einer im allgemeinen rechteckigen Form eine Berührung der von Vorder- und Rückseiten besteht, wobei

jeder Streifen erste und zweite Anschlußlaschen aufweist, die sich von den jeweiligen Enden elektrisch leitend nach außen zu den entgegengesetzten Enden der ersten Reihe von Thermoelementen erstrecken.

3. Thermoelektrischer Generator nach Punkt 2, gekennzeichnet durch erste und zweite Anschlüsse, die sich bis zu den ersten und zweiten Anschlußlaschen erstrecken, derart, daß eine elektrische Zusammenschaltung aller ersten Thermoelementreihen in Parallelschaltung ermöglicht ist.

4. Thermoelektrischer Generator nach Punkt 3, gekennzeichnet dadurch, daß sich die ersten und zweiten Anschlußlaschen in der Breite von einer oberen Längskante des Streifens bis zu einem Punkt erstrecken, der etwas unterhalb der Hälfte der vorbestimmten Breite liegt.

5. Thermoelektrischer Generator nach Punkt 4, gekennzeichnet dadurch, daß eine zweite Vielzahl von Streifen aufeinanderfolgend in einer Vorderseite-Rückseiten-Beziehung zwischen jedem Paar der ersten Vielzahl von Streifen angeordnet ist, wobei jede der zweiten Vielzahl von Streifen eine zweite Thermoelementreihe umfaßt, die ähnlich der ersten Thermoelementreihe aufgedruckt und geschmolzen ist und dort weitere dritte und vierte Anschlußlaschen sich von den jeweiligen Enden nach außen erstrecken, die so breit sind, daß sie von einer unteren Längskante des zweiten Streifens bis zu einem Punkt reichen, der etwa unterhalb der Hälfte der vorbestimmten Breite liegt.

6. Thermoelektrischer Generator nach Punkt 5, gekennzeichnet dadurch, daß dritte und vierte elektrische Anschlüsse bis zu den dritten und vierten Anschlußlaschen vorgesehen sind, die eine elektrische Zusammenschaltung aller zweiten Thermoelementreihen in Parallelschaltung ermöglichen.

7. Thermoelektrischer Generator nach Punkt 6, gekennzeichnet dadurch, daß eine elektrische Verbindung zwischen den ersten und zweiten und zwischen den dritten und vierten Anschlüssen besteht.

8. Thermoelektrischer Generator nach Punkt 7, gekennzeichnet dadurch, daß Regelelemente in dem elektrischen Stromkreis vorgesehen sind, um die Elektrizitätsmenge zwischen den ersten und zweiten Thermoelementreihen zu regeln, die sich durch die Einwirkung einer Wärmequelle auf die oberen Randteile der ersten und zweiten Thermoelementreihen ergibt.

9. Thermoelektrischer Generator nach Punkt 5, gekennzeichnet dadurch, daß die Breite der ersten und zweiten Streifen zwischen 6,35 mm und 12,7 mm liegt.

10. Thermoelektrischer Generator nach Punkt 9, gekennzeichnet dadurch, daß die Anzahl der auf den ersten und zweiten Streifen aufgedruckten Thermoelemente mehr als 100 auf 25,4 mm beträgt.

11. Verfahren zur Herstellung eines thermoelektrischen Generators, gekennzeichnet durch die folgenden Verfahrensschritte:

- Zuführung von Substratfolien einer vorbestimmten Länge und Breite;
- Hindurchführen der Folien nacheinander durch erste und zweite Metalltintendruckmaschinen zur Bildung einer Vielzahl von Längsreihen von Thermoelementen nebeneinander in Reihe auf jeder Folie, wobei der erste Metalltintendruckapparat erste Schenkel- und Anschlußteile der Thermoelemente mit einer ersten Tinte aus einem ersten Metallpulver und einem geeigneten Bindemittel aufbringt und der zweite Metalltintendruckapparat zweite Schenkel- und Anschlußteile der Thermoelemente mit einer zweiten Tinte aus einem zweiten Metallpulver unterschiedlicher Leitfähigkeit aufbringt und die ersten und zweiten Verbindungsstellen derart eine Überlappung aufweisen, daß die Reihe der Thermoelemente hervorgerufen wird;
- Durchgang der bedruckten Thermoelemente durch eine Schmelzvorrichtung zur Umwandlung der Schenkel und Anschlußteile in eine feste Metallmasse durch Zusammenschmelzen der ersten und zweiten Metallpulver an den Thermoelementen;
- Längsschneiden der Folien in Streifen relativ zu den Längsanordnungen der Thermoelemente;
- Weiterleitung der genannten Streifen zu einer Bündelmaschine, in der die Streifen jeder Folie in eine Vorderseite-Rückseite-Beziehung aufeinander gebündelt werden;
- Weiterleitung der Bündel zu wenigstens einer Montagestelle, wo die Bündel zu Platten einer im allgemeinen rechteckigen Form zusammengebaut werden; und
- Weiterbeförderung der Platten zu einer Sammel- und Aufbewahrungsstelle für die zusammengebauten Platten.

12. Verfahren nach Punkt 11, gekennzeichnet dadurch, daß die Bündel nacheinander mehrere Montagestellen für den Zusammenbau zu Platten zugeleitet werden.

13. Verfahren nach Punkt 12, gekennzeichnet dadurch, daß die unteren Anschlußelemente aller ersten abwechselnden Streifen mit den oberen Anschlußelementen aller zweiten abwechselnden Streifen an den Montagestellen elektrisch verbunden werden.

14. Verfahren nach Punkt 11, gekennzeichnet dadurch, daß das Substrat in Rollenform geliefert und eine Querschneidevorrichtung zwischen der Schmelzstelle und dem Längsschneider vorgesehen wird, um das Substrat in die Folienform zu schneiden.

15. Verfahren nach Punkt 11, gekennzeichnet dadurch, daß eine Bearbeitungsstelle zum Aufbringen von Klebstoff zwischen der Schmelzstelle und dem Längsschneider vorgesehen wird, um Klebstoff auf die Folien aufzubringen, bevor diese in Längsrichtung aufgeschnitten werden.

16. Verfahren nach Punkt 13, gekennzeichnet dadurch, daß Regeleinrichtungen in dem elektrischen Stromkreis vorgesehen werden, um die Elektrizitätsmenge zwischen den unteren Anschlußelementen der ersten abwechselnden Streifen und den oberen Anschlußelementen der zweiten abwechselnden Streifen zu regeln.

- Hierzu 3 Blatt Zeichnung -

227657 5

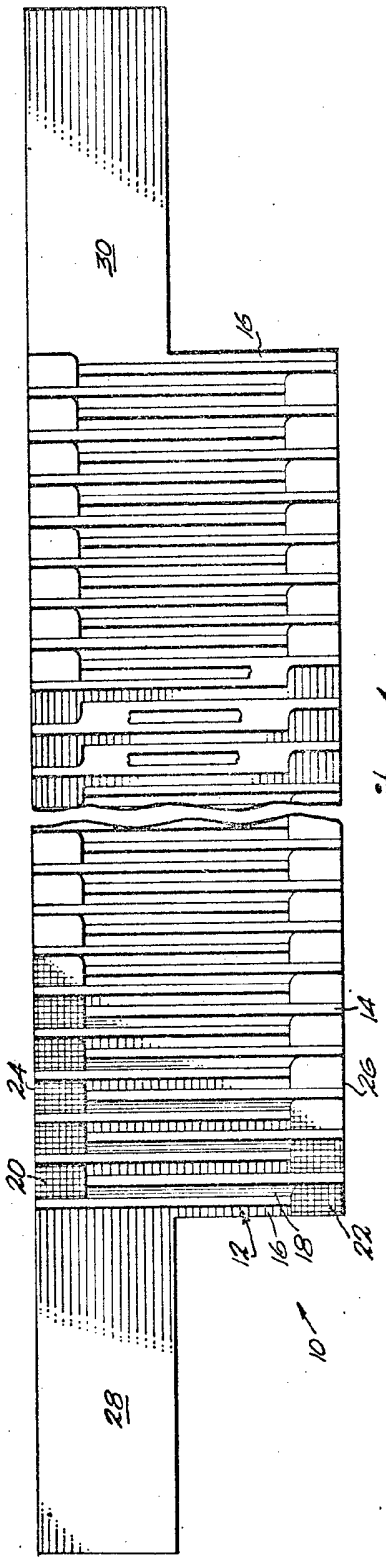

Fig. 1

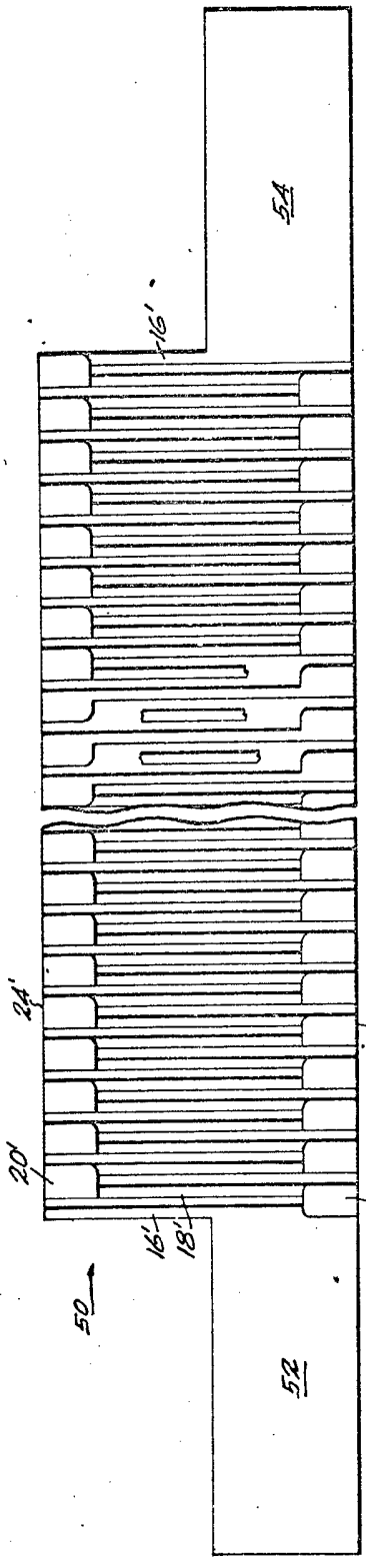

Fig. 2

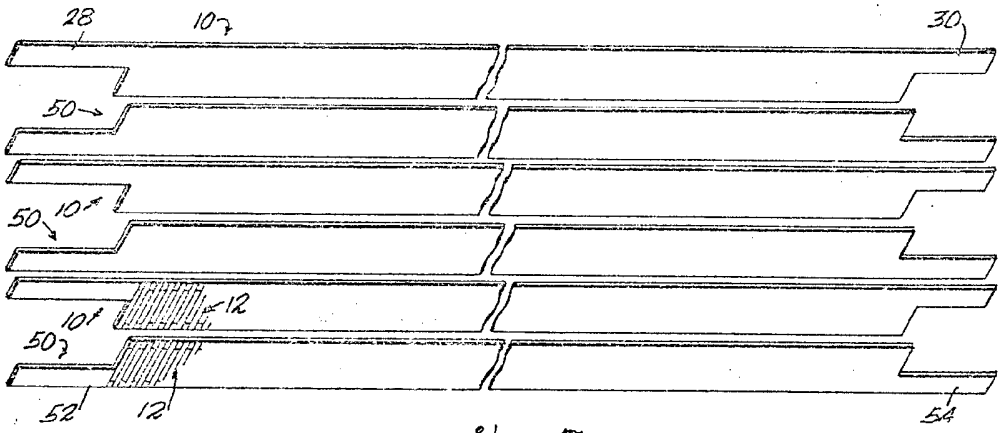

Fig. 3

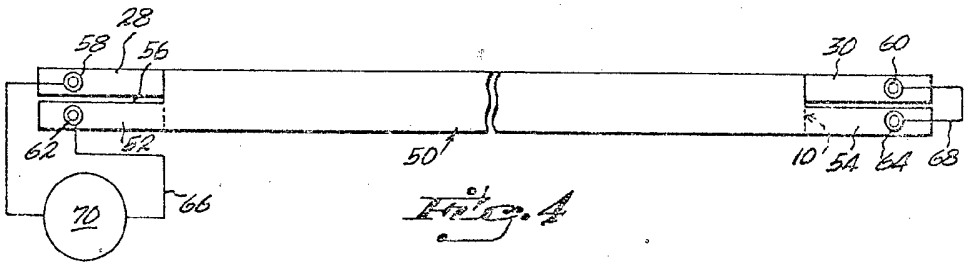

Fig. 4

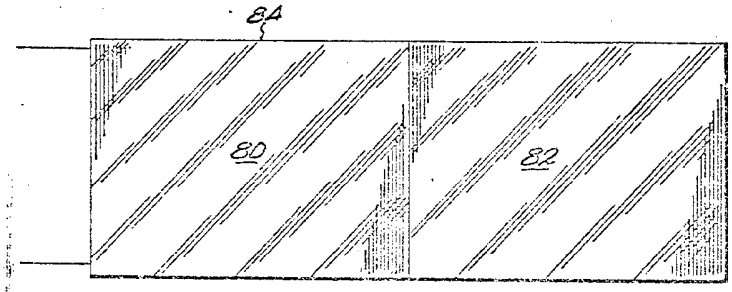

Fig. 5

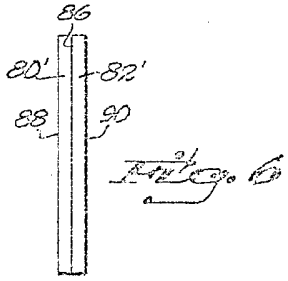

Fig. 6

Fig. 2