

【技術分類】 1 - 2 - 4 エネルギー関係 / 発電 / 熱エネルギー利用システム

【 F I 】 G04C10/00@C, G04G1/00,310@Y

【技術名称】 1 - 2 - 4 - 1 熱電気変換素子

【技術内容】

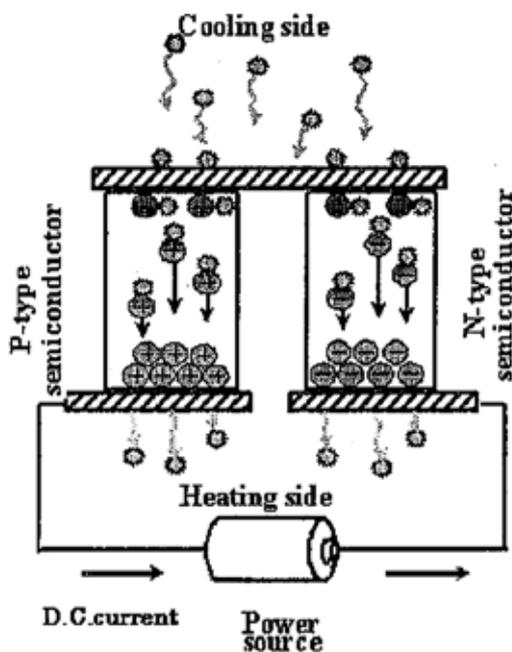
熱を電気エネルギーに変換するゼーベック効果を利用して発電する素子であって、人体から放出される熱エネルギーをウオッチの電源に利用する技術である。

熱電気変換素子の基本構造は、図1に示すように、二種類の導体または半導体を接続した構造となっている。これに電流を流すと、片側の接続部で発熱が、もう一方の接続部で吸熱が生ずる。これはペルチェ効果として知られている。

同じ熱電気変換素子の片側を加熱し、もう一方を冷却して、両側の接合部に温度差を与えると、回路内に熱起電力を生じる。この現象はゼーベック効果として知られており、ウオッチの発電源として利用されている。

ウオッチ用発電源では、腕側が人体により加熱され、反対側が自然放熱により冷却され温度差が生じるので、これを熱エネルギー源として発電する。

【図】 図1 ペルチェ効果効果の説明図



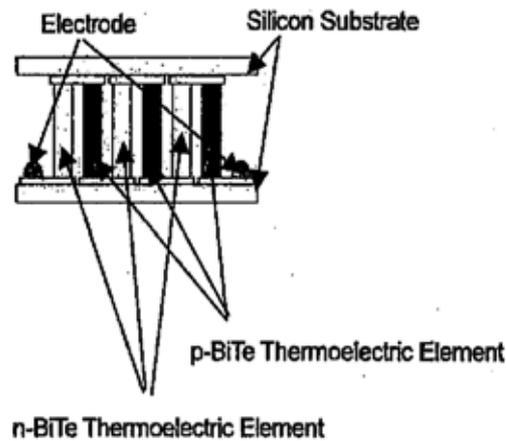
出典1、「2頁 Fig.1 Schematics of Peltier device」

図2、図3にウオッチの電源用に開発された熱電気変換素子の構造例を示す。

いずれもダイシングソーやワイヤーソーなどを用いた微細加工技術を用いて作成されている。

図2は、単位素子にp型とn型のBiTe系焼結材を用い、これを1040個(520対)使用してウオッチ用の発電ユニットを構成している。単位素子のサイズはp型、n型ともに縦横80ミクロン、高さ600ミクロンであり、発電ユニットのサイズは15.2×10.0×2.7mmである。

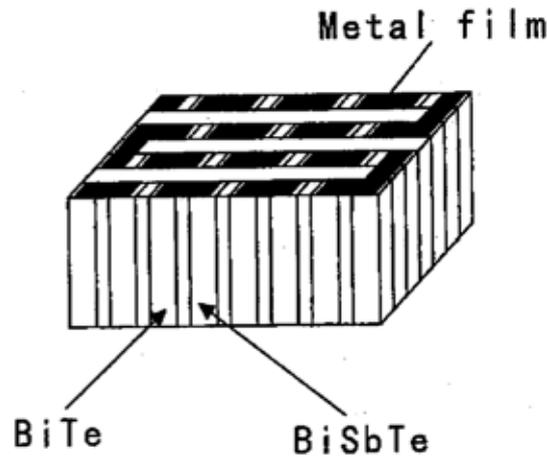
【図】図2 ウォッチ用熱電気変換素子の構造例 - 1



出典2、「31頁 Fig.2 Thermoelectric generator module」

図3は、n型にBiTe合金、p型にBiSbTe合金を用いた単位素子378対で熱電気変換素子を構成している。素子のサイズは6.1×2.7×2.0mmである。

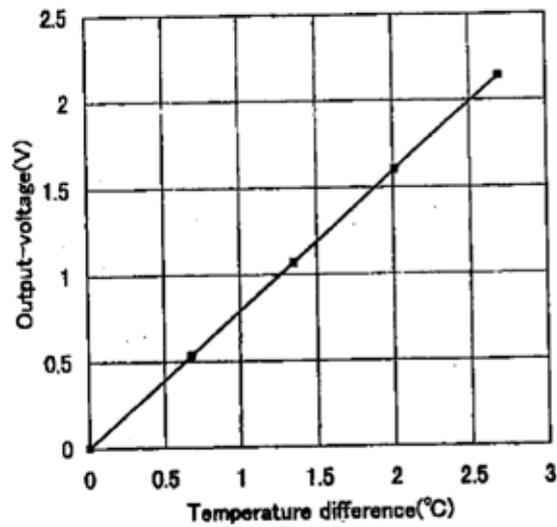
【図】図3 ウォッチ用熱電気変換素子の構造例 - 2



出典3、「27頁 Fig.3 Schematic structure of thermoelectric generator」

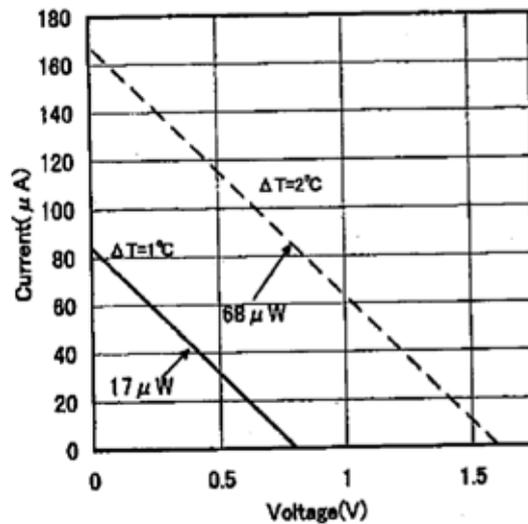
ウォッチに応用された製品例では、この素子をウォッチの周囲に6個分散配置したものを電源としている。その起電力 温度差特性を図4に、出力電流 - 電圧特性を図5に示す。この電源は温度差が1度で17μWとウォッチ用として十分な電力を発生している。

【図】図4 ウォッチ用熱電気変換素子電源の起電力特性 (図3の素子を6個直列接続)



出典3、「28頁 Fig.5 Temperature dependence of output voltage of thermoelectric generator」

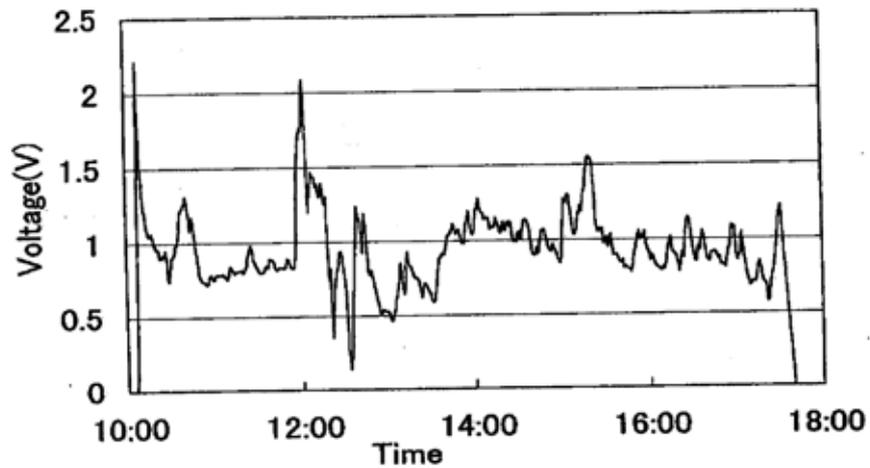
【図】図5 ウォッチ用熱電気変換素子電源の電流 電圧特性 (図3の素子を6個直列接続)



出典3、「28頁 Fig.6 Dependence of current and voltage of thermoelectric generator」

図6は、この電源を組み込んだウォッチを実際に携帯したときの電圧測定例である。装着直後(10時頃)は温度差が大きいので大きな電圧を発生しており、はずした時(17時頃)に発電しなくなっていることがわかる。

【図】図6 携帯時の電圧測定例



出典3、「29頁 Fig.7 Time dependence of output voltage of thermoelectric wristwatch」

【出典 / 参考資料】

- 出典1:「超小型ペルチェ素子の開発」,「マイクロメカトロニクス Vol.48 No.1」,「2004年3月」,
「山本晃祐、頃石圭太郎、須藤修三、岸松雄(セイコーインスツルメンツ)著」,「日本時計学会
発行」,1-8頁
- 出典2:「熱発電ウオッチの開発」,「マイクロメカトロニクス Vol.43 No.3」,「1999年9月」,「金坂
俊哉、小棚木進、中林靖、間峠彰弘(セイコーインスツルメンツ)著」,「日本時計学会発行」,
29-36頁
- 出典3:「エコドライブサーモの開発」,「マイクロメカトロニクス Vol.44 No.1」,「2000年3月」,
「渡辺滋、村上淳、山田信一(シチズン時計)著」,「日本時計学会発行」,25-31頁

【技術分類】 1 - 2 - 4 エネルギー関係 / 発電 / 熱エネルギー利用システム

【 F I 】 G04C10/00@C, G04G1/00,310@N

【技術名称】 1 - 2 - 4 - 2 昇圧・充電制御

【技術内容】

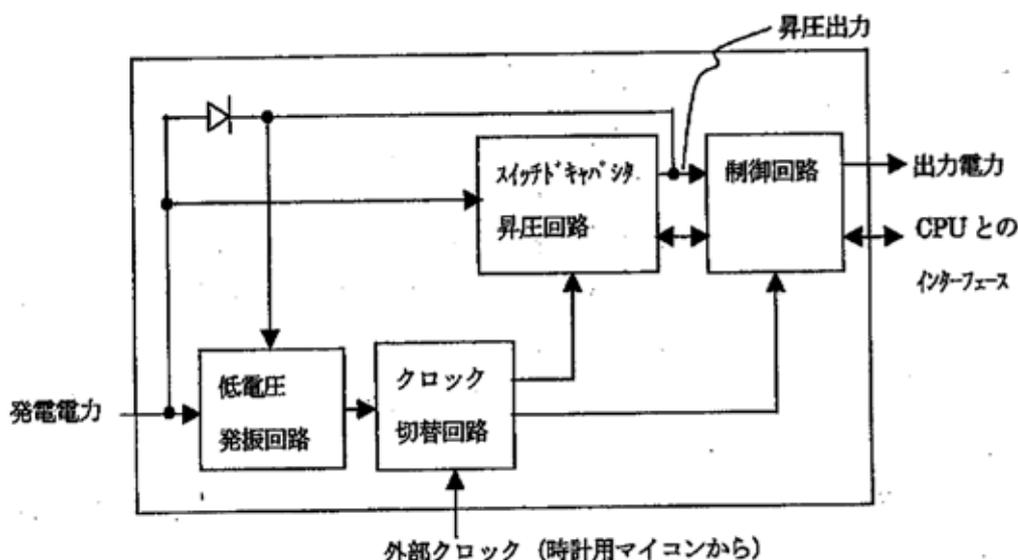
入力電圧 0.4V 程度での起動を確実にし、入力電圧 0.1V 程度まで昇圧動作を保持することができる昇圧回路であって、熱電気変換素子を電源とする電子ウオッチにおいて、時計駆動および二次電池の充電に用いられている技術である。

図 1 に、熱電気変換素子で発電した電力を電源とするウオッチの昇圧回路の構成例を示す。

このウオッチの携帯時の発電電圧は 0.2 から 0.3V であり、16 倍に昇圧後安定化することにより時計駆動や二次電池の充電を行っている。

この回路は、時計用 CPU で発生する外部クロックが存在する場合は外部クロックで動作し、内部の低電圧発振回路の動作を停止する。電池電圧が低下し外部クロックが停止した場合は、昇圧回路内部の低電圧発振回路を動作させ、クロックの供給源を切り替える。低電圧発振回路は CMOS のリングオシレーターで構成しており、0.4V から動作する。

【図】 図 1 昇圧回路の構成

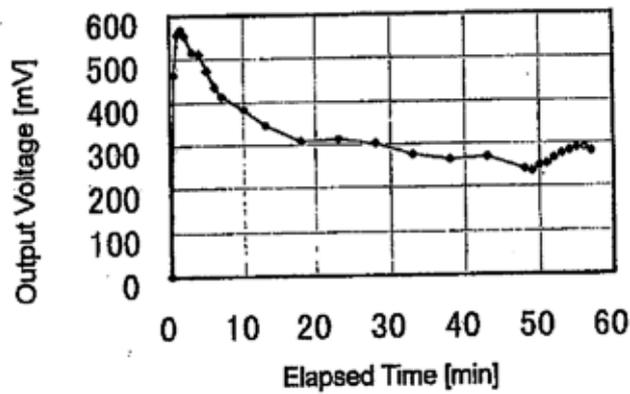


出典 1、「32 頁 Fig.4 Block diagram of the step - up transformer」

腕に装着直後はウオッチの表裏の温度差が大きく、図 2 に示すように、熱電変換素子の出力電圧が高く 0.4V 以上ある。このため、非携帯時間が長くバッテリー電圧が低下していた場合でも、装着直後に低電圧発振回路が起動し、昇圧回路が動作して二次電池を充電する。

二次電池が正常電圧になると時計用 CPU の発振回路が動作し、回路のクロックは CPU からのクロックに切り替わる。このクロックは昇圧された安定した電圧で動作しているので、スイッチドキャパシタ昇圧回路は安定した動作となり、0.1V 程度の入力電圧 (熱電力変換素子の出力電圧) まで安定に動作する。

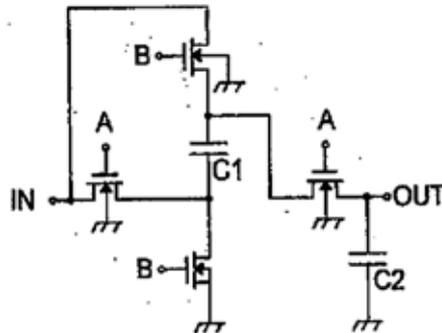
【図】図2 腕装着後の熱電気変換素子の出力電圧



出典1、「34頁 Fig.8 Output voltage vs. time elapsed」

図3に、スイッチドキャパシタ－2倍昇圧回路を示す。図中AとBには逆相のパルスを印加する。図1に示す昇圧回路では、この回路を4段従属接続して16倍昇圧を行っている。したがって、0.1V程度の入力電圧で、時計駆動、二次電池の充電が可能である。この回路はIC化されており、入力電圧0.2~0.3Vで最大の効率となるように調整されている。

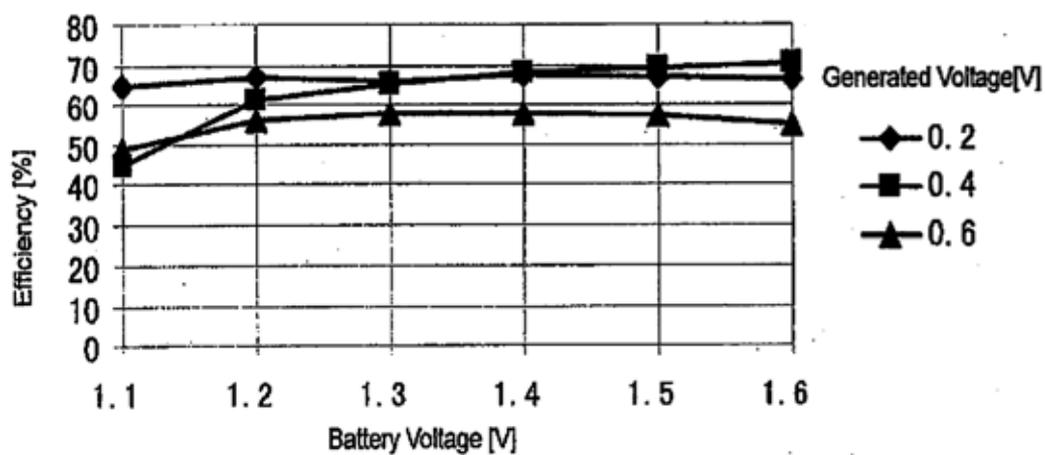
【図】図3 スイッチドキャパシタ－2倍昇圧回路



出典1、「32頁 Fig.5 Step - up transformer circuit」

図 4 に、この 16 倍昇圧回路の電力効率を示す。

【図】図 4 昇圧回路の電力効率



出典 1、「33 頁 Fig.6 Energy efficiency of step - up transformer」

【出典 / 参考資料】

出典 1:「熱発電ウオッチの開発」,「マイクロメカトロニクス Vol.43 No.3」,「1999 年 9 月」,「金坂俊哉、小棚木進、中林靖、間峠彰弘 (セイコーインスツルメンツ) 著」,「日本時計学会発行」, 29 - 36 頁

【技術分類】 1 - 2 - 4 エネルギー関係 / 発電 / 熱エネルギー利用システム

【 F I 】 G04B37/18@B, G04C10/00@C, G04G1/00,310@Y

【技術名称】 1 - 2 - 4 - 3 熱絶縁・熱伝達機構

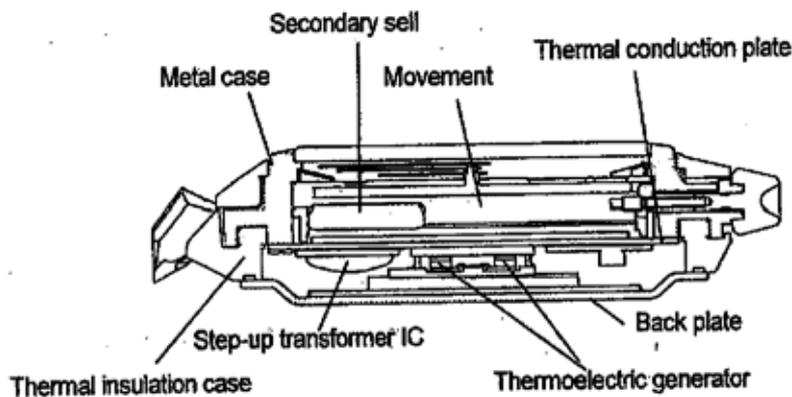
【技術内容】

人体の腕から放出される熱エネルギーを電気エネルギーに変換して二次電池を充電し、時計を駆動する熱エネルギー利用システムにおいて、効率良く熱エネルギーを熱電気変換素子に伝達する機構に関する技術である。

人体の腕から放出される熱をエネルギー源とするウオッチの第一の機構例を図 1 に示す。熱電気変換素子に効率良く熱エネルギーを伝達する工夫がなされており、以下その概要を説明する。

金属性の裏ぶた (Back plate) は腕に密着し、裏ぶた全面で腕の熱を吸収する。熱電気変換素子 (Thermoelectric generator) は、裏ぶたの中央付近に直接実装されており、裏ぶたで吸収した熱が伝達される。熱が裏ぶたの周辺部からケースに漏洩し、熱電気変換素子への伝達効率が低下することを防ぐために、裏ぶたは熱伝導の低いプラスチックケース (Thermal insulation case) に取付けられている。熱電気変換素子の熱は熱伝導板 (Thermal conduction plate) を通り、放熱ケース (Metal case) へ伝わる。放熱部は、金属の胴と飾り縁、風防ガラスなどの外気に触れる部分で放熱量を多くするため、表面積を大きくする工夫を施してある。

【図】 図 1 熱電気変換素子に効率的に熱を伝達する機構例 - 1



出典 1、「34 頁 Fig.7 Cross section of Cal.6C」

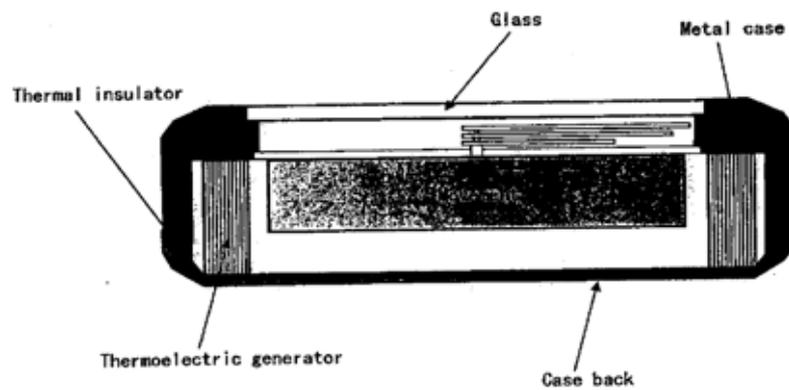
図 2 は、人体の腕から放出される熱をエネルギー源とするウオッチの第二の機構例である。

金属性の裏ぶた (Case back) で腕の熱を吸収し、熱電気変換素子へ伝達、放熱用メタルケースに放熱する。

熱電気変換素子は、ウオッチムーブメントの外周に 6 個分散配置されており、吸熱用裏ぶたと放熱用メタルケースに直接接触している。裏ぶたと放熱用メタルケースの間は、熱伝導の低いプラスチックケースを使用して熱絶縁し、熱エネルギーが効率良く熱電気変換素子へ伝達するようにしている。

この機構においても、放熱部にはメタルケースや風防ガラス部を利用している。

【図】図2 熱電気変換素子に効率的に熱を伝達する機構例 - 2



出典2、「26頁 Fig.2 Schematic structure of thermoelectric wristwatch」

【出典 / 参考資料】

出典1:「熱発電ウオッチの開発」,「マイクロメカトロニクス Vol.43 No.3」,「1999年9月」,「金坂俊哉、小棚木進、中林靖、間峠彰弘(セイコーインスツルメンツ)著」,「日本時計学会発行」,29 - 36頁

出典2:「エコドライブサーモの開発」,「マイクロメカトロニクス Vol.44 No.1」,「2000年3月」,「渡辺滋、村上淳、山田信一(シチズン時計)著」,「日本時計学会発行」,25 - 31頁