

【技術分類】 1 - 2 - 3 エネルギー関係 / 発電 / 機械エネルギー利用システム - 2

【 F I 】 G04B17/00@B, G04C10/00@C

【技術名称】 1 - 2 - 3 - 1 発電機

【技術内容】

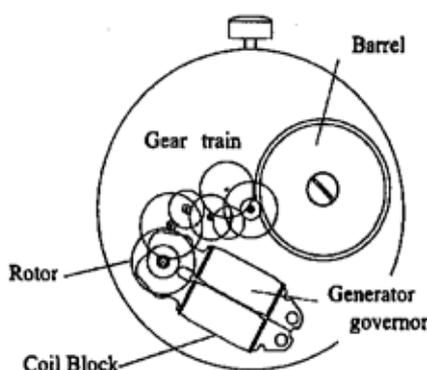
ぜんまい（香箱）に蓄えられた機械エネルギーを発電用輪列によってローターに伝達し、電磁誘導作用を利用して電気エネルギーに変換する機械エネルギー利用システムにおける小型発電機であり、この発電機を時計の時間精度の制御・駆動源としても使用する技術である。

図 1 は、香箱内のぜんまいに蓄えられた機械エネルギーをエネルギー源とする発電機を示したものである。

香箱（Barrel）内のぜんまいに蓄えられた回転力を発電用輪列（Gear train）によって、発電用のローター（Rotor）に増速して伝達し、ローターを一定の範囲の速度（設定速度 8Hz）で回転し、コイル（Coil Block）との間の電磁誘導作用によって発電する。この発電電力で水晶発振器を含む制御回路を駆動すると共に、香箱の回転を発電用輪列を介して時計用輪列を駆動し、正確な時刻を表示する。

自動巻発電機に比べ、ローターの回転速度が遅いため、発電量を高めるためにコイル巻数を多くとる。そのために、図 1 の例では、コイルを 2 本構成とし直列に接続している。

【図】図 1 発電機



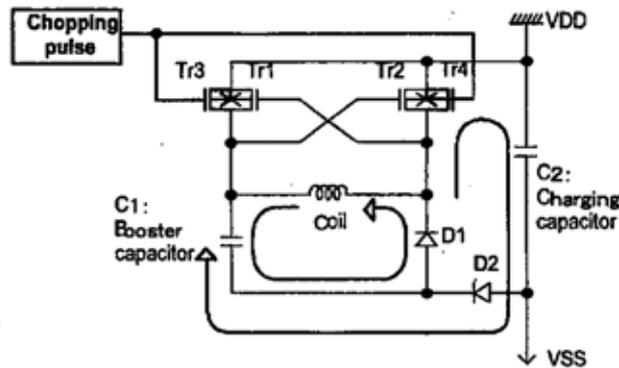
出典 1、「17 頁 Fig.2 New watch movement」

図 2 は、発電・整流回路の概要を示す回路図である。

発電電力を高い電圧に変換するためにチョッピング制御による昇圧回路を備える。

トランジスタ-Tr3, Tr4 をローターの回転に比べ高い周波数で同時に ON / OFF させることで、発電コイル（Coil）両端のショートとオープンが繰り返され、コイルには高い誘起電圧が発生し、昇圧される。

【図】図2 発電回路の概要を示す回路図

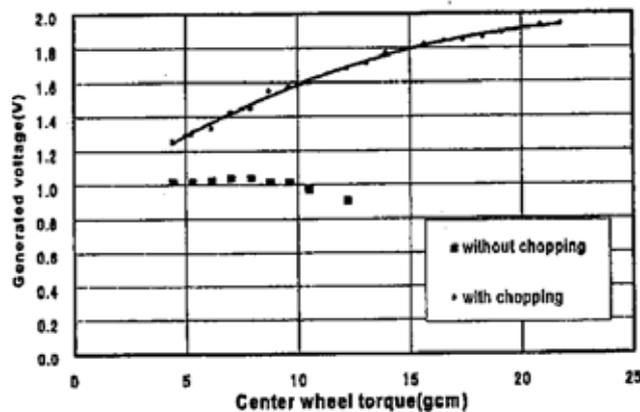


出典1、「19頁 Fig.5 Generating and rectifying circuit」

図3は、ぜんまいトルクと発電電圧の関係を示したグラフである。

横軸にぜんまいトルク（分針車におけるプレーキトルク換算）、縦軸に発電電圧を示す。図中、ドットで表す特性はチョッピング制御を行わない場合、実線で表す特性はチョッピング制御を行った場合を示し、チョッピング制御により、発電電圧が高くなる特性が得られる。

【図】図3 ぜんまいトルクと発電電圧の関係を示したグラフ



出典1、「22頁 Fig.9 Relationship between Generated voltage and Torque」

当該技術の実現に当たっては以下の配慮が必要となる。

- (1) 持続時間を延ばすために、制御回路損失、輪列等の機械損失の低減。
- (2) ローターが低速回転でも発電電圧を高めるための発電効率の向上。

【出典 / 参考資料】

出典1:「ゼンマイ駆動高精度ウォッチの発電・調速制御システムの開発」,「マイクロメカトロニクス Vol.44 No.1」,「2000年3月」,「小池邦夫、茂木正俊(セイコーエプソン)著」,「日本時計学会発行」,15-24頁

参考資料1:「小型AGS(自動巻発電ウォッチ)の開発」,「日本時計学会誌 No.157」,「1996年6月」,「原辰男(セイコーエプソン)著」,「日本時計学会発行」,33-42頁

【技術分類】 1 - 2 - 3 エネルギー関係 / 発電 / 機械エネルギー利用システム - 2

【 F I 】 G04B17/00@B, G04C10/00@C

【技術名称】 1 - 2 - 3 - 2 調速制御

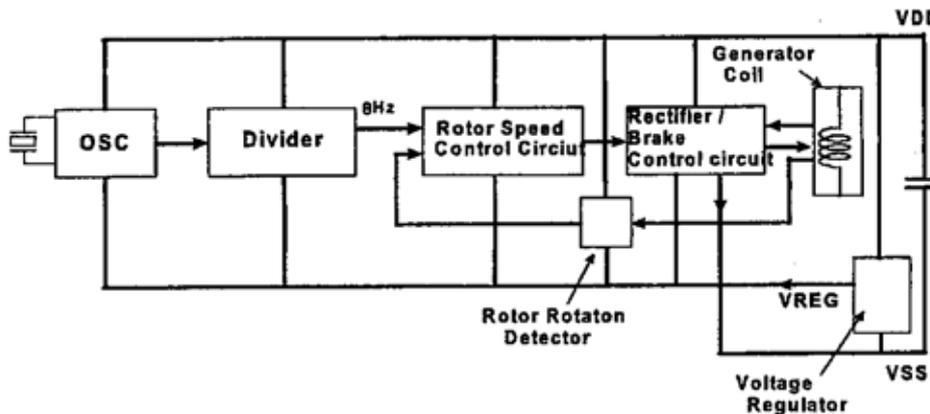
【技術内容】

ゼンマイに蓄えられる機械エネルギーを発電機によって電気エネルギーに変換し、この発電機を時計の制御・駆動源としても使用する時計において、発電機の回転速度を検出し、回転速度を制御する調速制御に関する技術である。

図1は、調速システムを示す回路ブロック図である。

発電機のコイル (Generator Coil) の一端から取り出された信号は、ローター検出回路 (Rotor Rotation Detector) により、回転数に相当する矩形波形に変換される。発振回路 (OSC) から供給されるクロックを分周してローター回転の基準調速信号 8Hz がつくられる。これらの2つの信号を比較して、ローターの進み遅れを検出し、ブレーキ制御回路 (Rectifier Brake Control circuit) がコイルを通じてローターに印加するブレーキ量を最適設定し、正確な回転速度を得る。

【図】図1 回路ブロック図



出典1、「18頁 Fig.4 Blocck Diagram of speed control System」

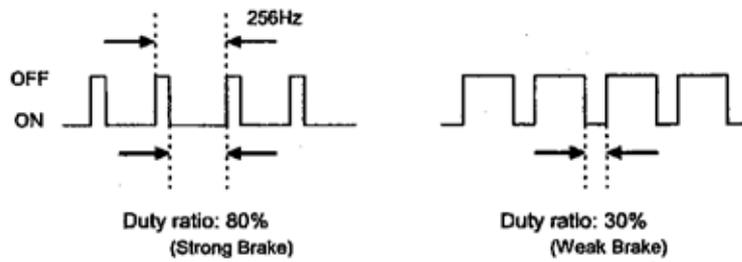
ローターの回転速度は、発電コイルの両端をトランジスタでショートすることにより、ローター回転にブレーキが掛かり調速され、そのブレーキ量は、発電コイルをショート/オープンするトランジスタの on/off デューティーで制御される。

この発電コイル両端のショート/オープン (チョッピング) は、ローターの回転周波数に比べて高い周波数で繰り返される。

図2は、チョッピング制御のブレーキ信号波形を示す。

チョッピング周波数が 256Hz における、ブレーキデューティーが 80% のときと、30% のときのブレーキ信号波形を例示する。ブレーキデューティー 80% では、一周期 80% の期間で発電コイルがショートされて強いブレーキがかかり、同 30% ではブレーキ期間が 30% となって弱いブレーキ量となる。

【図】図2 チョッピング制御のブレーキ信号



出典1、「21頁 Fig.7 Brake control signal」

当該技術の実現に当たっては以下の配慮が必要となる。

- ・発電電圧とブレーキデューティーとの最適バランス

【出典 / 参考資料】

出典1:「ゼンマイ駆動高精度ウォッチの発電・调速制御システムの開発」,「マイクロメカトロニクス Vol.44 No.1」,「2000年3月」,「小池邦夫、茂木正俊(セイコーエプソン)著」,「日本時計学会発行」,15-24頁

参考資料1:「ウォッチ用自動発電機構の開発」,「日本時計学会誌 No.120」,「1987年3月」,「長尾昭一、安川尚昭、吉野雅士(セイコーエプソン)著」,「日本時計学会発行」,40-48頁

【技術分類】 1 - 2 - 3 エネルギー関係 / 発電 / 機械エネルギー利用システム - 2

【 F I 】 G04B17/00@B, G04C10/00@C

【技術名称】 1 - 2 - 3 - 3 モジュール構造

【技術内容】

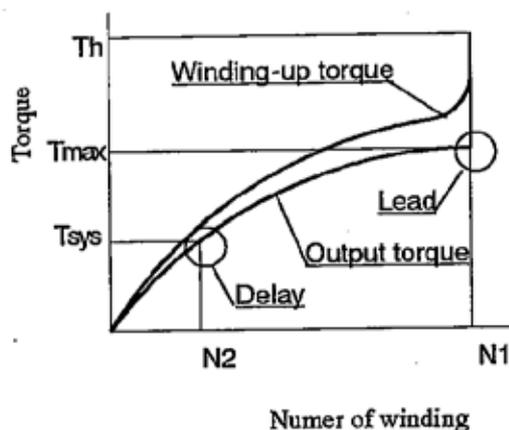
ぜんまいを駆動源として発電调速制御をする機械エネルギー利用システム 2 のエネルギー源となるぜんまい部分の構造であって、ぜんまいのトルク変動に対して正確な時刻表示を実現するための巻き過ぎ防止機構と運転停止機構、起動機構などからなるモジュール構造に関する技術である。

図 1 は、ぜんまい (mainspring) トルク曲線を示す。

ぜんまいがフル巻時 ( $N1$ ) には、非常に高いトルク ( $T_h$ ) が発電调速システムに加えられる可能性があり、制御システムの最大ブレーキを越えたトルクが加えられると制御不能になる。

このことから巻き過ぎ防止機構が必要になる。

【図】 図 1 ぜんまいトルク曲線

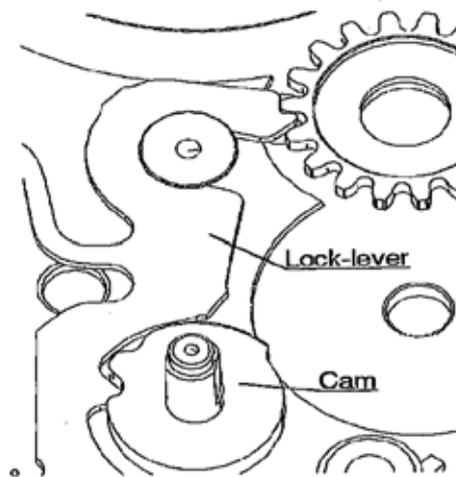


出典 1、「4 頁 Fig.4 Torque 1 of the mainspring」

図 2 は、巻き過ぎ防止機構を示す平面図である。

ぜんまいを巻き上げると、ぜんまいに連動してカム (Cam) も連動して回転し、カムの溝形状にロックレバー (Lock - lever) が落ち込み、ロックレバーが巻き上げ系の車に噛み合い、この車がロックし、巻き上げ動作を停止する。

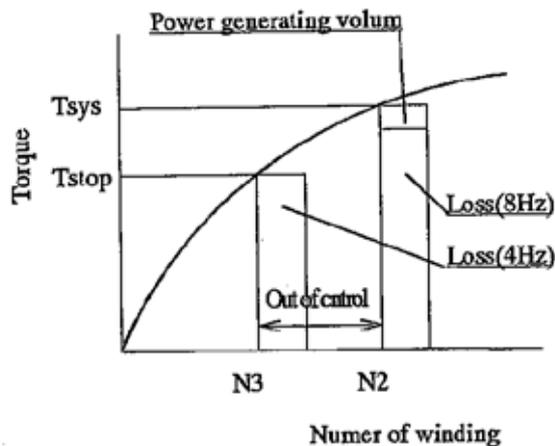
【図】図2 巻き過ぎ防止機構



出典 1、「7頁 Fig12 Plan view of lock winding - up lock」

図3は、ぜんまいの低トルク時における、ぜんまいトルクとシステム制御トルクの関係を示す。システム制御トルク( $T_{sys}$ )以下になると、ローター回転を正確に制御することが困難となり、 $T_{stop}$ になると駆動トルク不足となりローターは停止する。この低トルク時の制御不能時間をなくすために運針停止機構が必要になる。

【図】図3 ぜんまいトルクと制御トルクの関係

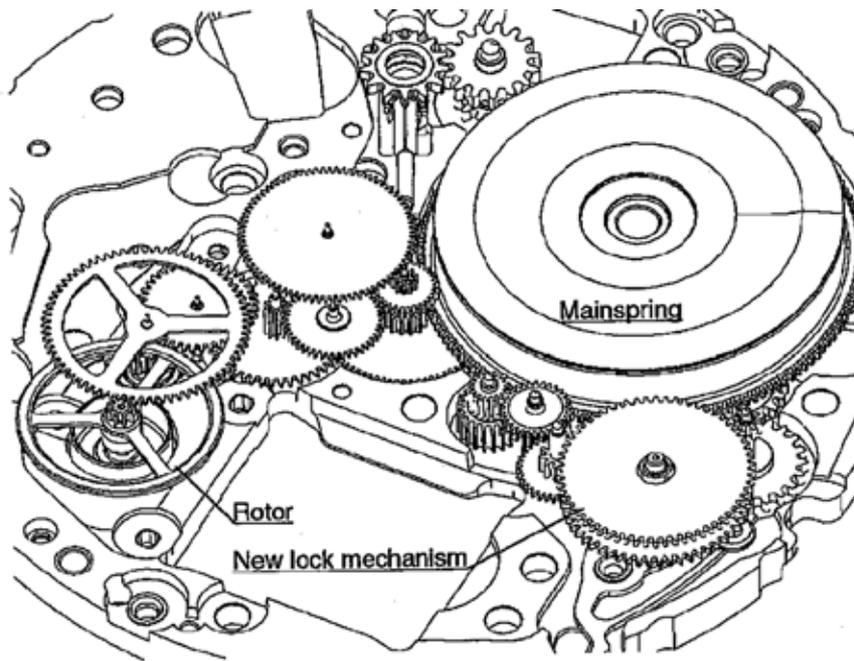


出典 1、「4頁 Fig5. Torque curve 2 of the mainspring」

図4は、運転停止機構を示す概念図である。

ぜんまいの持続時間残存量を示すパワーリザーブ機構を構成する遊星機構を備え、その太陽車とカム(Cam)が連動し、制御不能領域になると、カム側面の凹凸形状に沿ってロックレバー(Lock lever)が作動され、ロックレバーによって駆動系輪列の車をロックし、運転を停止させる。

【図】図4 運転停止機構

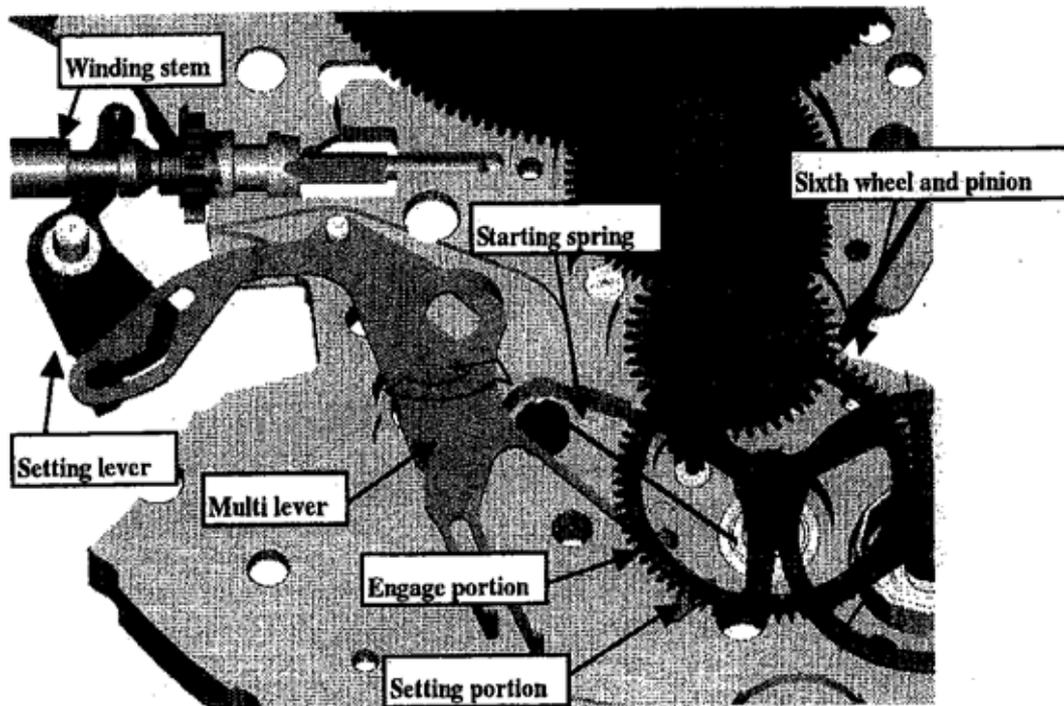


出典1、「5頁 Fig6 Plan view 1 of the lock mechanism」

図5は、時計の起動機構を示す写真である。

時計の運転を強制的に停止する際には、規正レバー（Setting lever）が六番車（Six wheel）を規正しており、規正解除操作をすると、マルチレバー（Multi lever）は、起動ばね（Starting spring）が初期位置に戻るより早く回転し、起動ばねの弾性力によって六番車を押し、起動時の遅れをなくしている。

【図】図5 起動機構



出典2、「61頁 Fig.4 Plan view 2 of start mechanism」

【出典 / 参考資料】

- 出典1：「SPRING DRIVE ウォッチの巻過ぎ防止と運転停止機能」、「マイクロメカトロニクス Vol.45 No.3」、「2001年9月」、「原辰男（セイコーエプソン）著」、「日本時計学会発行」、「1 - 9頁」
- 出典2：「SPRING DRIVE ウォッチの起動機構」、「マイクロメカトロニクス Vol.45 No.4」、「2001年11月」、「永坂栄一（セイコーエプソン）著」、「日本時計学会発行」、「56 - 63頁」