

小型振動モータ（その2）

電子材料事業部 松浦克久^{*1}・新堀 聡^{*1}・薄田岳史^{*1}・小川俊之^{*1}
真清 実^{*2}
株式会社青森フジクラ 宇野 禎 倫

Miniature Vibration Motor (Vol.2)

K. Matsuura, S. Simbori, T. Susukida, T. Ogawa,
M. Makiyo & Y. Uno

当社では、携帯電話および腕時計用のページャとして搭載するための極小直流振動モータを開発してきた。省電力かつ高振動の要求に対し、以前開発した2コイル式振動モータよりも特性が優れたモータを開発することができた。これは、2コイル式振動モータを基本構造とした、3コイル式振動モータとして新たに開発したものである。現在市場にでているモータは、ペンシルタイプとコインタイプとがある。このモータは、従来品と同様にコインタイプのもので、外径が 8mmとこのタイプとしては世界で最も小さくて軽量の振動モータである。

We have developed the miniature three-coil motor, which is applied for pager, portable telephone, watch and so on. This motor is developed based on Fujikura's two-coil vibration motor. The motor can obtain a sufficient high vibration and low energy with small volume. The motor is 8 mm diameter, which is the smallest and the lightest in the world.

1. ま え が き

携帯電話は、近年におけるめざましい普及とともに、通話用端末以外の高機能、高品質を付帯する情報端末として、多様な高機能化が要求されている。その中でも、携帯電話の着信を振動により知らせる振動モータについては、単なる振動できる部品ではなく、高振動、省電力、耐環境性、長寿命製品（安定性）、低コストを求められている。これらの要求にこたえるため、以前開発した2コイル式振動モータ¹⁾技術を基盤とした3コイル式振動モータを新たに開発した。

2. 3コイル式振動モータの概要

2.1 特徴

以前腕時計用として開発した2コイル式振動モータと比較して、今回の3コイル式振動モータは次のような特徴がある。

- (1) 2コイル式振動モータでは、定常電流値が30mA以下（腕時計仕様）とすることが不可能であったが、3コイル式では可能となった（省電力）。
- (2) 振動量が2コイル式モータと比べ大きくなり、人が感

じられる体感振動も大きくなった。このため、携帯電話仕様としての振動モータも開発できた（高振動）。

- (3) 2コイル式振動モータでは、2つのコイルへ流れる電流の切り替わりの位置では起動トルクが0となり、回転方向が定まらないポイントがあった。そのポイントを回避する機能として付帯した回転方向を定めるための磁性体ピンが、3コイル式では必要なくなった（安定性、低コスト）。

2.2 回転原理

2コイル式振動モータのロータ（回転子）は図1に示しているとおりでである。このモータは、2つのコイルを同じ軸上に巻かれた空心コイル構造である。そのため、2つの

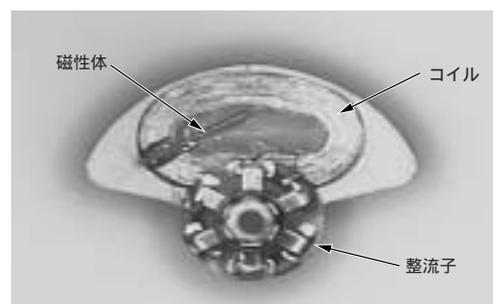


図1 2コイル式振動モータロータ構成
Two-coil vibration motor's rotor

*1 開発部

*2 第一技術部長

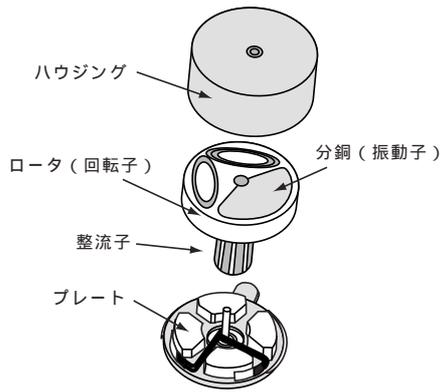
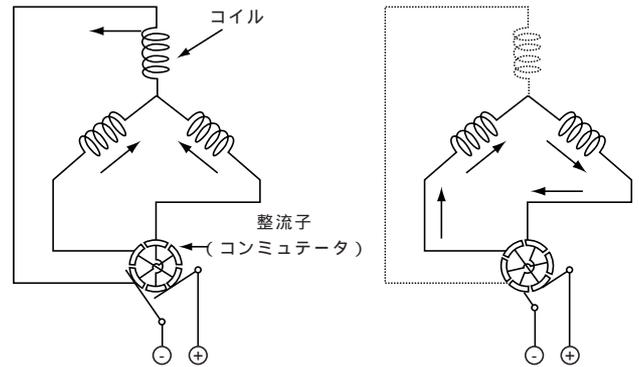


図2 概略図
Outline model



(a) 一方のブラシが2つの整流子の境界に来た場合
(b) 両方のブラシが整流子1個ずつに接触している場合

図3 導通状態
Circuit pattern

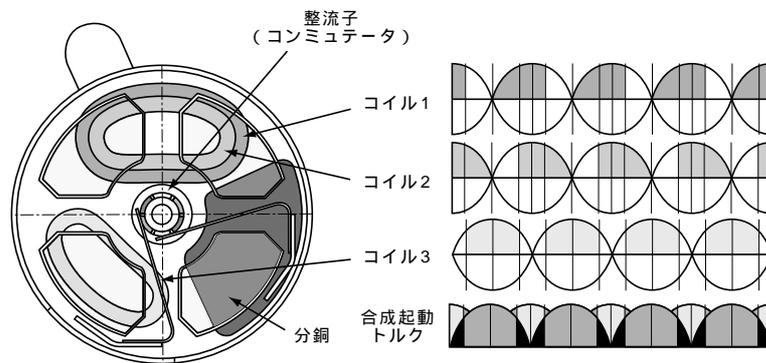


図4 3コイル式振動モータトルク曲線図
Three-coil vibration motor and torque

コイルへ流れる電流の切り替わりの位置では起動トルクが0となり、回転方向が定まらないポイントがあった。そのポイントを回避する機能として、図1にある磁性体ピンを付帯して回転方向を定める方式をとっていた。今回の開発品は、図2に示すような部品構成で成り立っている。このモータのコイル部に直流電流が供給されると、図3に示しているように2通りの電気回路が構成される。このようにコイルに給電するための整流子がどの位置角度にあっても、何れか2つ以上のコイルに電流が流れることにより磁力が発生し、N・S極交互に配置された永久磁石の吸引、反発作用によりモータが回転する。また、図4の各コイルのトルク曲線で表しているように、コイル1とコイル2は同じ軸上に巻かれた空心コイルであるため、同周期上で交互に回転力を発生できる。この点は、2コイル式振動モータと同様の機構をもっている。しかし、この機構にコイル3(サブコイル)を追加した構造にすると、合成されたトルク曲線は、図4の合成起動トルクとなる。コイル3はコイル1・2とは円周方向の位相がずれているため、回転力が連続的に発生することとなる。

この結果、2コイル式振動モータで付帯した磁性体ピンを使用しなくても、どの位置においてもモータの起動が可能となる。また、一般に市販している3コイル式モータ^{2) 3) 4) 5)}とコイル配置が全く違うため、振動量を増大するための分銅を、コイル配置以外の円周内空間に取り付ける

ことができる。主に市販されているペンシルタイプの振動モータは、分銅を円筒モータ外部の軸上に取り付けたものであるが、それらのモータと比べ、分銅を両持支持できるモータの筐体内部へ配置することで、外部からの衝撃に対しても強い。

このような円周空間内に、電機子と振動子を兼ねる構造のもので、分銅には、比重が大きな材質の振動子を使用することにより振動を大きくすることができ、コイルと整流子との電機子構造と振動子を一体成型できるため、小型ではありながらも高振動が得られる振動モータが開発できた。

2.3 寸法,仕様

今回開発した振動モータの外観を図5に示す。

腕時計仕様と携帯電話仕様の高振動タイプの2種を開発した。

その寸法を図6に、仕様を表1に示す。

3. 性能試験

モータとしての基本的な性能を確認し、評価する上で次に掲げる項目について性能評価を行い、要求されている仕様を満足できるかの確認試験を実施した。

3.1 基本要性能

(1) 標準使用状態：定格電圧 3.0V

使用温度範囲 - 20~60



図5 開発品極小振動モータ
Developed miniature vibration motor

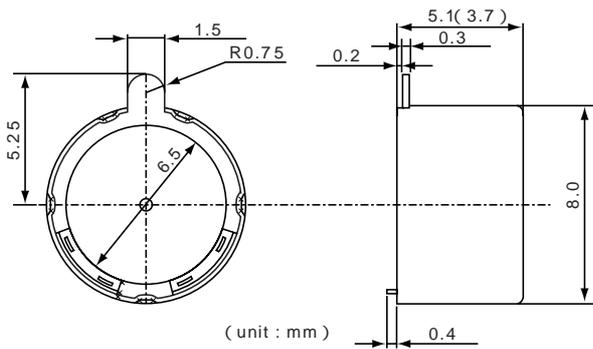


図6 外形
Dimension

表1 仕様
Specification

型番		FMIU-004	FMIU-005
用途例		携帯電話	腕時計
定格電圧	V	3.0	3.0
定格電流	mA	85	30
最小起動電圧	V	1.5	1.5
標準回転数	min ⁻¹ (rpm)	10,000	10,000
標準振動	m/s ²	25 (2.55G)	10 (1.04G)
使用範囲	V	1.5 ~ 3.3	1.5 ~ 3.3
外径	mm	8.0	8.0
高さ	mm	5.1	3.7
重量	g	1.25	0.95

(2) 電気的特性：定格回転数 7,000 ~ 12,000min⁻¹ (rpm)
(3.0V)

消費電流 30mA以下 (腕時計仕様)
85mA以下 (携帯電話仕様)

(3) 機械的特性：機械ノイズ55dB以下 (暗騒音30dB以下)
振動量 10m/s²以上

3.2 耐久要求性能

製品としての耐久性能を評価する項目は、以下の7項目の内容になっている。

- (1) 耐振動性：3面方向に外部から強制振動を与え特性を評価する。
- (2) 耐衝撃性：高所からコンクリート床上に自然落下させ特性を評価する。
- (3) 耐寒性：温度 - 30 中に168時間放置後、常温常湿中に2時間放置した後の特性を評価する。

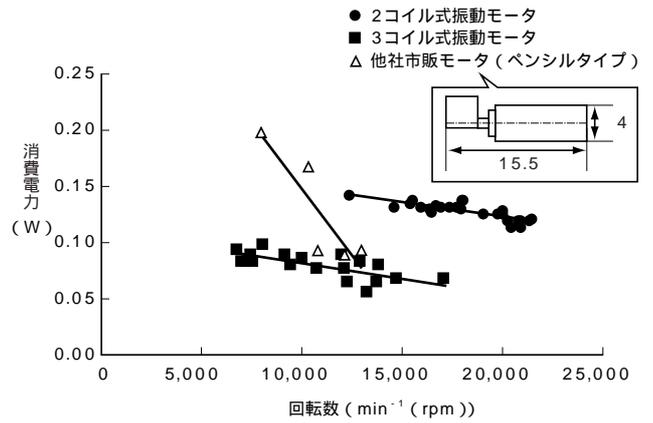


図7 回転数と消費電力 (腕時計仕様)
Revolution-power consumption graph (for wrist watch type)

- (4) 耐熱性：温度 + 70 中に96時間放置後、常温常湿中に2時間放置した後の特性を評価する。
- (5) 耐湿性：温度 + 40 , 湿度90%中に168時間放置後、常温常湿中に2時間放置した後の特性を評価する。
- (6) 耐熱衝撃試験：- 20 ~ 60 に各2時間10サイクル放置後、常温常湿中に2時間放置した後の特性を評価する。
- (7) 断続寿命試験：断続試験1.0秒ON, 1.0秒OFFで124キロサイクル稼働した後の特性を評価する。

以上の項目を試験したのち、すべての項目において、基本要性能の初期値に対し、モータ特性が大きな変動および低下していないかどうかを合否判定として評価する。

4. 性能試験評価結果

4.1 電気的特性

定格電圧3Vで電流が30mA以下を実現した。回転数と消費電力についての関係を図7に示す。この結果、以前腕時計用に開発した2コイル式振動モータより電流値は低くなり、省電力であることが確認できた。

4.2 機械的特性

- (1) 機械的ノイズ：モータを定格電圧 (3.0V) で運転させ、騒音測定マイクをモータ本体より50mm離れた位

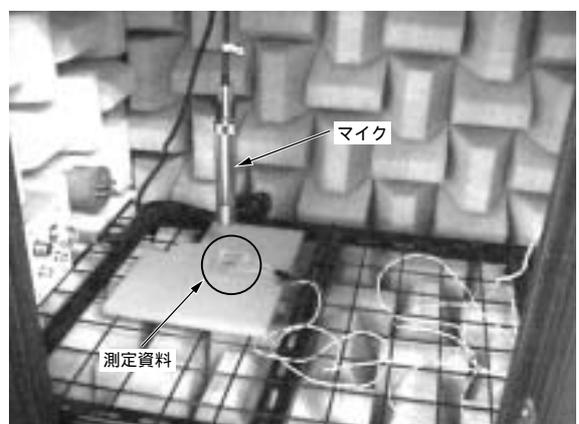


図8 騒音測定
Measurement of sound level

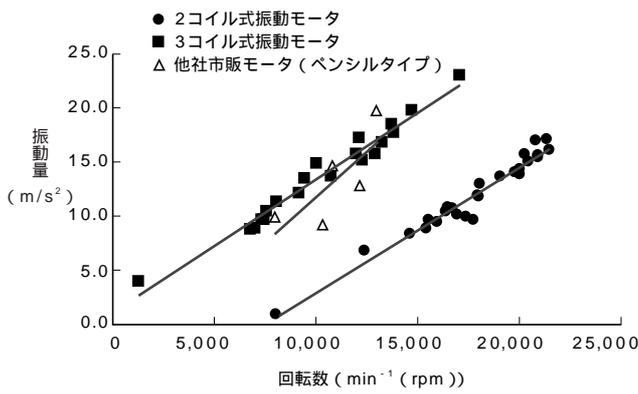


図9 回転数と振動量 (腕時計仕様)
Revolution-vibration graph (for wrist watch type)

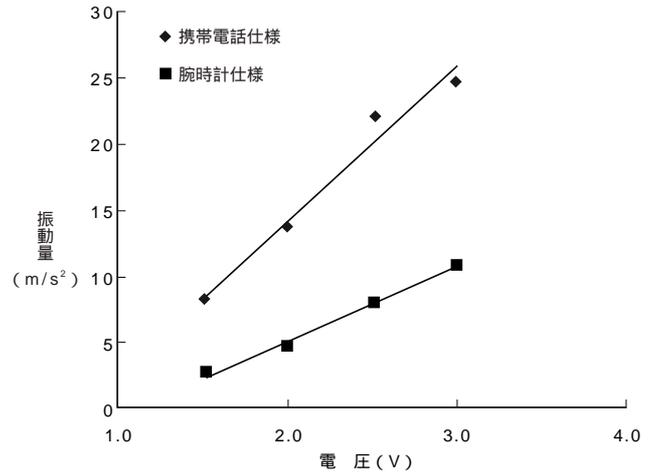
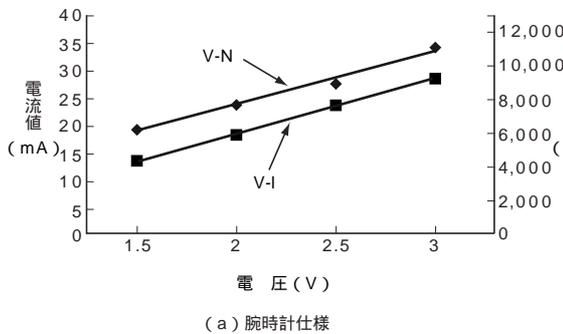
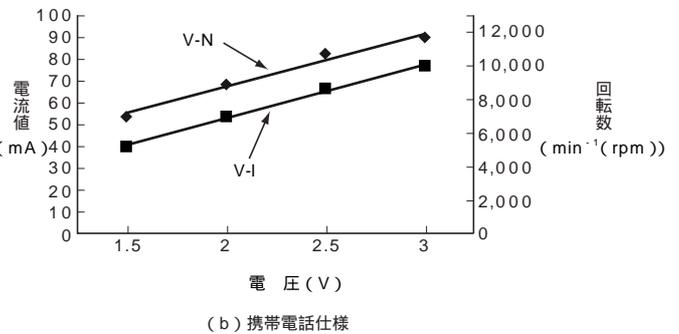


図10 電圧と振動量
Voltage-vibration graph



(a) 腕時計仕様



(b) 携帯電話仕様

図11 V-I, V-N 曲線
V-I, V-N curve graph

表2 特性結果 (腕時計仕様)
Result of characteristic (For wrist watch)

項目	単位	1. 耐振動	2. 耐衝撃	3. 耐寒	4. 耐熱	5. 耐湿	6. 耐熱衝撃	7. 断続寿命	
試験前	定常電流	mA	29.0	29.0	29.2	27.3	26.0	27.0	
	回転数	min ⁻¹ (rpm)	10,452	9,980	10,042	10,076	10,320	11,138	10,710
	振動量	m/s ²	15.40	14.80	15.00	14.90	13.12	10.47	13.52
	起動電圧	V	1.20	1.20	1.10	1.10	1.00	1.05	1.13
試験後	定常電流	mA	28.0	28.3	29.0	27.8	25.5	25.5	28.0
	回転数	min ⁻¹ (rpm)	10,614	9,994	10,330	9,436	10,484	10,340	9,104
	振動量	m/s ²	16.11	14.93	15.97	13.87	13.62	10.02	10.40
	起動電圧	V	1.20	1.20	1.27	1.10	1.10	1.10	1.10
判定		O. K.	O. K.	O. K.	O. K.	O. K.	O. K.	O. K.	

置で測定された騒音数値は、45～50dB (暗騒音 24～26dB) の数値を示し、規格値55dB以下 (暗騒音 30dB以下) の範囲内に十分なことを確認した (図8)。
(2) 振動量：回転数に対する振動量を測定した結果を図9に示す。以前開発した2コイル式振動モータより2倍の振動量となったのを確認できた。また電圧に対する振動量を測定した結果を図10に示す。振動量は定格電圧3Vで10m/s²以上を満足していることを確認した。

4.3 耐久要求性能

すべての耐久 (寿命特性) 試験は、要求仕様を達成できた (表2)。耐久要求性能としては、現在市販されている同様の機能のモータと比べて遜色のないものと思われる。この仕様で製作したモータ特性 (V-I, V-Nの関係) を図11に示す。

5. お 結 び

2コイル式振動モータの技術を用い、3コイル式振動モ

ータを以上のように開発できた。この結果，以前よりも高振動，省電力でありながら，外径が小さくても下記に掲げる機能を向上することができた。

振動量（体感振動）の増加

省電力化

性能試験をすべて満足

また，形状が小さくなればなるほど，製造技術としては難しくなるが，今後は，加工精度を追求し，安定した寿命特性が得られる組立方法を検討する。また，この方式を用いて，多岐の分野に応用できる振動モータを検討

していく予定である。

参 考 文 献

- 1) 松浦ほか：小型振動モータ，フジクラ技報，No.99，2000
- 2) 見城尚志：小形モータの基礎とマイコン制御，総合電子出版社，1983
- 3) 田中守也ほか：小形モータ，電気学会 コロナ社，1991
- 4) 谷腰欣司：小形モータとその使い方（第2版），日刊工業新聞，1999
- 5) 谷腰欣司：図解モータのしくみ，日刊工業新聞，1999