

小論文

不純物半導体を用いたパルスモータ

高橋 昭 男*, 渡 辺 利 秋**

(1990 年 11 月 20 日受理)

Stepped Motor Using Extrinsic Semiconductor

A. TAKAHASHI* and T. WATANABE**

(Received November 20, 1990)

A new type of the electrostatic stepping motor using extrinsic semiconductor has been developed. This motor run on a difference in Coulomb forces applied to majority carriers and impurity ions in an N-type or a P-type semiconductor placed in non-uniform electric field. A sample motor composed of a four-pole rotor and an eight-pole stator was driven with pulse voltage having 90 V of peak level and 120 Hz of repetition frequency, to rotate at 1800rpm.

1. はじめに

いままでに報告されている静電型パルスモータには、いろいろな型のあるものがあるが¹⁻⁴⁾、不純物半導体だけがもつ性質を利用したものは、まだ報告されていない。

ここで取り上げる不純物半導体を用いたパルスモータとは、不平等電界中に置かれた n 型または p 型半導体の中で、多数キャリアと不純物イオンに働くクーロン力に差があることを利用するものである。

2. 駆動の原理

図 1 に n 型半導体 (リンをドープしたシリコンの例) を不平等電界が生じるようにした電極間に置いた状態を示す。図のように電界を加えると、多数キャリアの電子 e はプラスの電極側に偏るが、+に帯電した P (リン) 原子はマイナスの電極側に動けない。従って、多数キャリアの電子群に働くクーロン力は、イオン化したアクセプタ原子群に働くクーロン力よりも大きくなるので、n 型半導体全体はプラスの電極側に電氣的に引き寄せられる。

図 2 に回転型モータにおける駆動の状態を簡素化して示す。同図(a)では、ロータの n 型半導体部がステータ電

極に対面しない位置でステータ電極に図のような電圧を加えると、n 型半導体部の電子群が、マイナスのステータ電極から斥力を得ると同時にプラスのステータ電極から引力を得るので、ロータは矢印の方向に回転する。(b) は(a)で得た回転の慣性で、ロータの n 型半導体部がステータ電極の正面を通過するまで、ステータ電極に電圧を加えない状態を示す。(c)では(a)の場合と逆の電圧がステータ電極に加えられて矢印の方向にロータがさらに回転する。

3. パルスモータの製作と実験結果

図 3 に試作した回転型モータの概略図、図 4 に縦断面図を示す。ロータは円板形の真性半導体に、クサビ形の n 型半導体を 90 度間隔で 4 か所はめ込んだものである。ロータの外径は約 2.5 mm 厚みは約 0.3 mm であり、1 つの n 型半導体部の弧の長さは約 0.5 mm、2 つの n 型半導体部間の真性半導体部の弧の長さは約 1.45 mm である。ロータのシャフトは直径約 120 μm の鋼である。貝殻を円筒状に成形し端面に銅板をモールドしたものをステータとした。ステータ電極は片面上に 45 度間隔で 8 極設けた。ステータ内径は約 2.9 mm、外径は約 8 mm であり、ステータ電極の厚みは約 1.2 mm、弧の長さは 0.5 mm、2 つのステータ電極間の弧の長さは 0.7 mm である。ロータとステータ電極間のギャップは約 0.2 mm である。ロータの軸受けとしては、厚さ約 0.5 mm に切断した光コネクタの支持部 (セラミックス製) にある光ファイバの通し穴を利用した。

モータは、ガラス基板上にステータを配置し、ロータのシャフトをステータの上下の軸受けで支えた。

キーワード: 静電モータ, 不純物半導体, パルス駆動

* 株式会社セル・コーポレーション (191-00 東京都日野市栄町 4-7-15)
SEL Corporation, 4-7-15, Sakae-cho, Hino, Tokyo, 191-00 Japan

** 株式会社渡辺 (305-00 茨城県つくば市境田 185-4)
Watanabe Co. Ltd, 185-4, Sakaida, Tsukuba, Ibaraki, 305-00 Japan

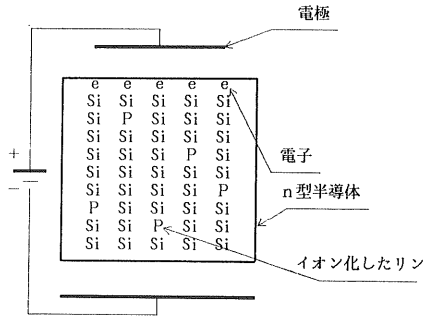


図1 不平等電界中に置かれたn型半導体

Fig. 1 N-type semiconductor in the non-uniform field.

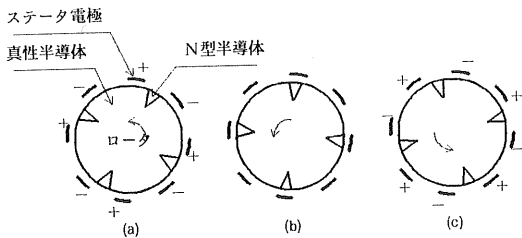


図2 半導体モータの駆動原理

Fig. 2 Drive configuration of a semiconductor motor.

図5に駆動パルスを示す。ステータ電極1つおきに同一パルスを加え、その間のステータ電極には逆位相のもの加える。その結果、パルス数に同期してロータが回転する。

ピーク電圧 90 V, 繰り返し周波数 120 Hz (7200 パルス/分), パルス幅 0.2 ms のパルス電圧を印加して, 1,800 rpm を得た。

4. 考 察

起動時にロータの不純物半導体部分がステータ電極の正面にある場合、ロータの回転方向は定まらない。一定方向の回転を得るには、いくつかの方法はあるが、トルクの大きさの評価と共に、今後の課題として検討中である。

5. ま と め

不平等電界中に置かれた不純物半導体中のイオンと多

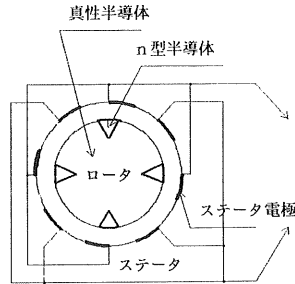


図3 半導体モータの概略

Fig. 3 Schematic view of a semiconductor motor.

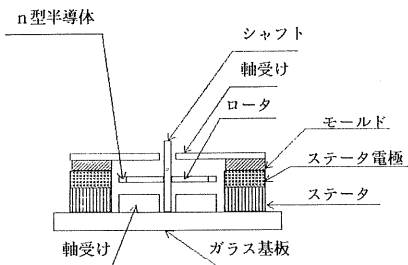


図4 半導体モータの縦断面図

Fig. 4 Cross-section of a semiconductor motor.

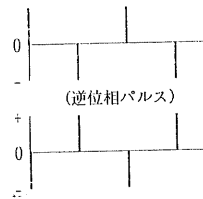


図5 駆動パルス

Fig. 5 Driving-pulse.

数キャリアに働く力の差を利用する新しい型の静電モータを提案し、試作機により、その動作を確認することができた。

参 考 文 献

- 1) B. Bollee : Philips Tech. Res., 30 (1969) 178
- 2) 多田泰芳 : 静電気学会講演論文集 '89, p. 399, 静電気学会 (1989)
- 3) 藤田博之 : 静電気学会誌, 14 (1990) 195
- 4) 江刺正喜 : 応用物理, 60 (1991) 227