

## ミニチュアボールねじと応用事例

ケーエスエス株式会社 営業技術担当 飛ヶ谷 正博

### 1. はじめに

KSSは、2014年に会社創立50周年を迎えることができ、その間、ボールねじを中心に装置のコンパクト化、高精度化に貢献してきた。最近では、送りねじ/ボールねじのみならず、これらに応用したアクチュエータへも商品群を広げている。当社の最大の特徴は、やはり小径サイズのボールねじに特化したメーカーであると言える。その事例を写真1, 2に示す。本報では、小径ボールねじ（以下ミニチュアボールねじ）とその応用商品を紹介しながら、当社製品の特長や適用事例について解説する。



写真1; 最小ボールねじ  
(φ1.8mm×リード0.5mm)

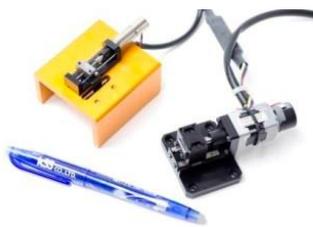


写真2; 最小ボールねじを  
応用したアクチュエータ、ステージ

### 2. 応用分野

ミニチュアボールねじは、従来そのコンパクトさと高精度の特長を活かし、測定機器などに多く使用されてきたが、近年では、図1に示すように半導体/液晶製造装置や医療機器、ロボットなど、幅広い分野で使用されるようになってきた。これに伴い、各分野での要求仕様は多岐にわたり、顧客ニーズを満たすために、開発工数も膨大なものになってきている。

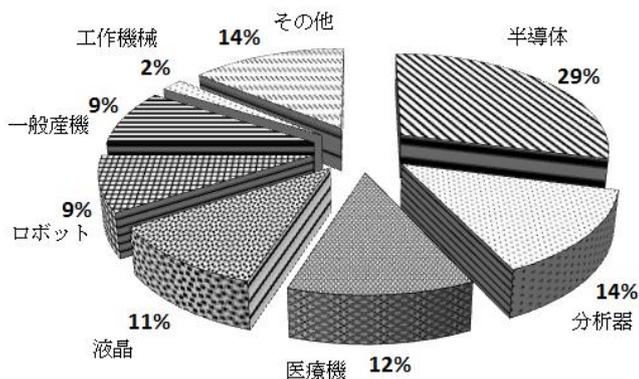


図1; KSS ミニチュアボールねじの使用分野

### 3. 最近の動向

上述の顧客ニーズを具体的に記述すると、高速化、高精度化、高推力化、メンテナンスフリー化、低価格化、短納期化など、まさに多様化している。ここでは、自動化推進というコンセプトに最も合致すると思われる複合機能化/ユニット化について記述する。

複合機能化/ユニット化のニーズが高い理由としては、以下が挙げられる。

- ・コンパクト設計が可能になる。
- ・客先での設計/組立工数の削減ができる。
- ・部品点数の削減と調達の簡素化が図れる。
- ・1つのユニットでの付加価値が創出できる。

複合機能化/ユニット化のニーズに応えるため、KSSではモータ直結型ボールねじ (MoBo)、ミニチュア1軸アクチュエータ (Flex シリーズ)、ミニチュアボールねじスプライン (BSSP) などを商品化してきた (写真3~5)。



写真3; モータ直結型ボールねじ



写真4; ミニチュア1軸アクチュエータ

特にミニチュアボールねじスプライン (以下 BSSP) は、ボールねじとボールスプラインを一体化しただけでなく、ねじ軸の同一箇所、ボールねじのスパイラル溝とボールスプラインの直線溝をオーバーラップさせることで、そのコンパクトさを際立たせている (写真6)。これにより、ボールねじによる直線運動とボールスプラインのトルク伝達 (回転運動) 及び案内機構が同時に実現できる。さらに、ねじ軸全長に亘り小径の中空穴を貫通させているため、これを利用してエア配管で吸着機能を付加させることができた。



写真5; BSSP ミニチュア  
ボールねじスプライン

当社では、φ4、φ6、φ8 mm サイズ BSSP の製作が可能である。

ボールねじとボールスプラインを一体化させた製品は他社にも存在するが、中空穴加工を施すことでエアによる吸着機能が実現できるのは、小径サイズであるがゆえの利点であると言える。

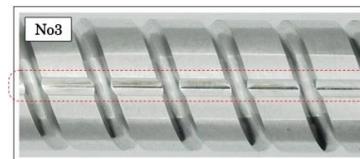


写真6; BSSP のオーバーラップ溝

### 4. ユニット化への応用

BSSP の商品化により、直動 (Z)、回転 (θ)、吸着 (V; Vacuum) の3つの機能が1つの機械部品で実現できるようになったが、あくまでも要素部品であり、BSSP を如何にコンパクトにユニット化するかが課題となってくる。当社では、BSSP の機能をフルに発揮させ、かつミニチュアボールねじ専門メーカーとして培ってきた省スペース化への追及を行い、超コンパクト複合機能 (V・Z・θ) アクチュエ

ータを商品化した。

V-Z- $\theta$ アクチュエータは、上述のように1つのユニット(アクチュエータ)で、直動(Z)、回転( $\theta$ )、吸着(V)の3つの機能を保有し、それぞれの用途に応じて、ダイレクトドライブ型、ハイブリッド型、ベルトドライブ型の3種をラインナップした(写真7)。まず、代表的事例であるダイレクトドライブ型(図2)について詳細を記述する。



【ダイレクトドライブ】 【ハイブリッド型】 【ベルトドライブ型】

写真7: V-Z- $\theta$ アクチュエータのラインナップ

当社のダイレクトドライブ型V-Z- $\theta$ アクチュエータの最大の特徴は、そのスリムさと言える。これを実現したのは、前述のBSSPの活用に加え、モーターメーカーと共同開発した中空モーター(写真8)が威力を発揮している。従来中空モーターは、ボールねじや送りねじのシャフトが貫通できる穴が明いているのみだが、当社が使用する中空モーターはボールねじのねじ軸を貫通させるだけでなく、ボールねじのナットを収納できるような大径穴が加工されている。そのためBSSPと中空モーターを同軸上に配置し、スリムなボディが可能となった。さらに中空モーターへのBSSP取り付け、つまりボールねじナットやスプライン外筒の中空モーターへの取り付け方法に工夫を施し、実用新案を取得している。

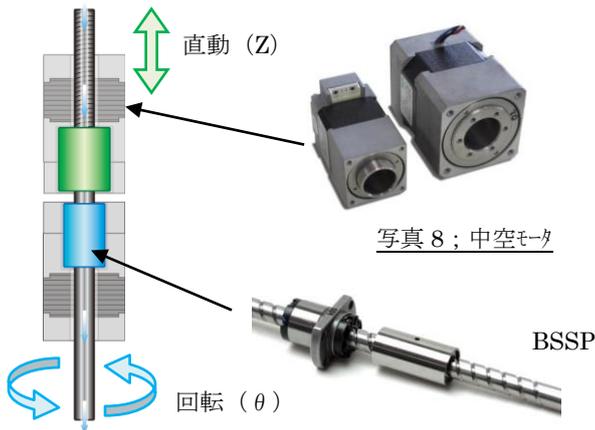


図2: ダイレクトドライブ型の概略構造

また、ハイブリッド型(図3)のように中空モーターと通常のモーターを併用することで、直動(Z)または回転( $\theta$ )のどちらかを高速化することや、電磁ブレーキ、エンコーダなどの付加機能を盛り込むことも可能である。さらにコンパクト化を追求するため、通常モーターへの連結は、プーリー体型の特殊ボールねじナット(写真9)を製作し、スペースを節約するように設計されている。

ベルトドライブ型は、BSSPに通常のモーターを連結させる単純な構造であるが、中空モーターを使用しないため、顧客の要求特性に応じて、自由にモーターを選定できるメリットがある。

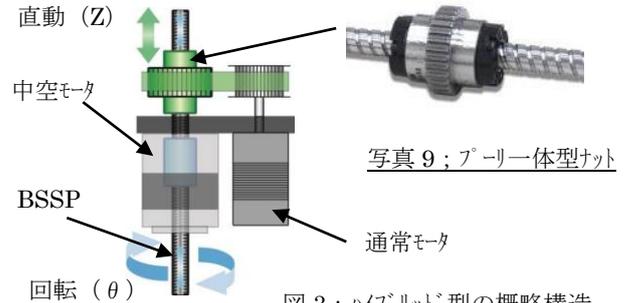


図3: ハイブリッド型の概略構造

## 5. アプリケーション

前述したV-Z- $\theta$ アクチュエータは、その保有する3つの機能から、電子部品のPick & Placeや医療機器としての検体検査装置などに応用されている。顧客の装置を公開することはできないため、それを模倣したデモ機を紹介する。

写真10に示すのは、電子部品のPick & Placeの模擬デモ機である。ハイブリッド型のV-Z- $\theta$ アクチュエータをX-Y構造で稼働させ、位置決め(X-Y)→降下(Z)→電子部品を吸着(Pick)→上昇(Z)→偏角( $\theta$ )→移動(X-Y)→設置(Place)の動作を繰り返すようになっている。

また写真11では、検体検査を模擬したデモ機である。BSSPの先端にグリッパを取付け、エアーを利用して試験管の把持を行っている。ここでは、ベルトドライブ型のV-Z- $\theta$ アクチュエータが使用されており、位置決め(X)→降下(Z)→試験管把持(V)→上昇(Z)→移動(X)→バーコード読み取り( $\theta$ )→移動(X)→設置(Z)という動作を繰り返している。



写真10,11: Pick & Placeデモ機(左)  
検体検査デモ機(右)

上記は一例ではあるが、このような用途は多く存在し、また、さまざまな顧客ニーズが存在するため、基本設計をベースに商品のブラシアップも実施していく予定である。

## 6. まとめ

KSSでは、要素部品としてミニチュアボールねじを供給するばかりでなく、顧客ニーズの多様化とともに複合化、ユニット化した商品のラインナップを強化してきた。今後もミニチュアボールねじの基幹技術を活かし、複合化技術との融合を推進していきたいと考えている。