



# Arcsecond/Nanometer -level Ultrasonic Motor and its Control System

## Moteur ultrasonique de l'ordre du nanomètre/de la seconde d'arc et son système de contrôle

### Innovative driving mechanism for high precision motor control

### Mécanisme de conduite innovant pour un contrôle de moteur haute précision

#### Introduction

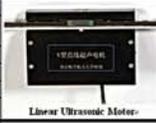
Compared to conventional electric motors, ultrasonic motors (UM) are superior in lower-speed, position accuracy, operation noise and form factor flexibility. As they do not generate magnetic field, UM performance is not affected by electromagnetic interference. These characteristics render UM ideal for applications in aerospace and precision equipment (e.g. Magnetic Resonance Imaging (MRI)).

One obvious drawback for UM is its large and unstable step angle due to engineering associated with driving and control mechanism. In this invention, a unique motor control mechanism was developed using complete cycle driving mode to avoid motion uncertainty, resulting in great improvements in step angle resolution and accuracy. A single step angular displacement of  $1 \mu\text{rad}$  can be realized in rotary ultrasonic motors compared to over  $1240 \mu\text{rad}$  measured in electromagnetic stepper motors. With UM technology, equipment such as high precision stage and non-contact surface profilers can be readily developed with superior accuracy.

#### Introduction

En comparaison aux moteurs électriques classiques, les moteurs ultrasoniques (MU) sont supérieurs à plus basse vitesse, en termes de précision de position, de bruit de fonctionnement et de flexibilité du facteur de forme. Puisqu'ils ne produisent pas de champ magnétique, les performances du MU ne sont pas affectées par les interférences électromagnétiques. Ces caractéristiques rendent les MU idéaux pour les applications dans l'aérospatial et dans l'équipement de précision (ex. Imagerie par Résonance Magnétique (IRM)).

Un des inconvénients évidents du MU est son angle de pas élevé et instable, en raison de son ingénierie associée à son mécanisme de conduite et de contrôle. Dans cette invention, un mécanisme de contrôle de moteur unique a été développé en utilisant un mode de conduite en cycle complet pour éviter une incertitude de mouvement, ce qui a pour effet d'améliorer la résolution et la précision de l'angle de pas. Un débattement angulaire de pas de  $1 \mu\text{rad}$  peut être réalisé sur les moteurs ultrasoniques rotatifs, comparé à plus de  $1240 \mu\text{rad}$  mesurés sur les moteurs à pas électromagnétiques. Avec la technologie MU, les équipements tels que les étages haute précision et les profilers de surface sans contact peuvent être facilement développés avec une précision supérieure.

Size (mm)	67x67	
Rated torque (N.m)	0.6	
Rated speed (rpm)	100	
Rated power (W)	6	
Holding torque (N.m)	1.3	
Minimum incremental motion open-loop ( $\mu\text{rad}$ )	1	
Mass (g)	150	
size(mm)	100 x 80 x 25	
Minimum incremental motion open-loop ( $\mu\text{m}$ )	0.05	
Velocity (mm/s)	80-300	
Holding force (N)	20 Max.	
Push / pull force (N)	20 Max.	
Mass (g)	1	
Operating voltage (V)	12	
Output voltage (V)	140 RMS	
Output power (W)	5	
Input signal	Encoder/ Wireless/ Key	
Operating mode	Pulse/ continue	
Mass (g)	130	
Dimension (mm)	90x 54x 30	



#### Special Features and Advantages

- $1 \mu\text{rad}$  step function for rotary ultrasonic motors
- High torque at low speed
- Self-locking at rest
- High position accuracy and small incremental motion
- Capable to operate in high magnetic field and vacuum environment
- Quiet operation, quick response, compact and light weight

#### Application(s)

- Aerospace, Automobile, Robotics, Medical equipment, Maglev train, Cameras, Mobile phones, etc.

#### Caractéristiques Particuliers et Avantages

- Fonction échelon de  $1 \mu\text{rad}$  pour les moteurs ultrasoniques rotatifs
- Couple élevé à haute vitesse
- Verrouillage automatique au repos
- Précision de position élevée et faible mouvement progressif
- Capable de fonctionner dans un champ magnétique élevé et dans un environnement sous vide
- Fonctionnement silencieux, réponse rapide, charge compacte et légère

#### Applications

- Aérospatial, Automobile, Robotique, Equipement médical, Train à lévitation magnétique, Appareils photo, Téléphones portables, etc.

#### Award:

2005 China Scientific and Technological Award: Second Prize  
2004 China National Defence Scientific and Technological Progress Award: First Prize

#### Patents:

PRC Patents: 02138533.5, 01127037.3, 200510037644.9, 200510122995.X, 200410065704.3

#### Principal Investigators:

Prof. Chunsheng ZHAO, Prof. Hua ZHU, Dr. Dazhi LIANG,  
Precision Driving Laboratory, College of Aerospace Engineering  
Nanjing University of Aeronautics and Astronautics  
Email: hzhu103@nuaa.edu.cn