

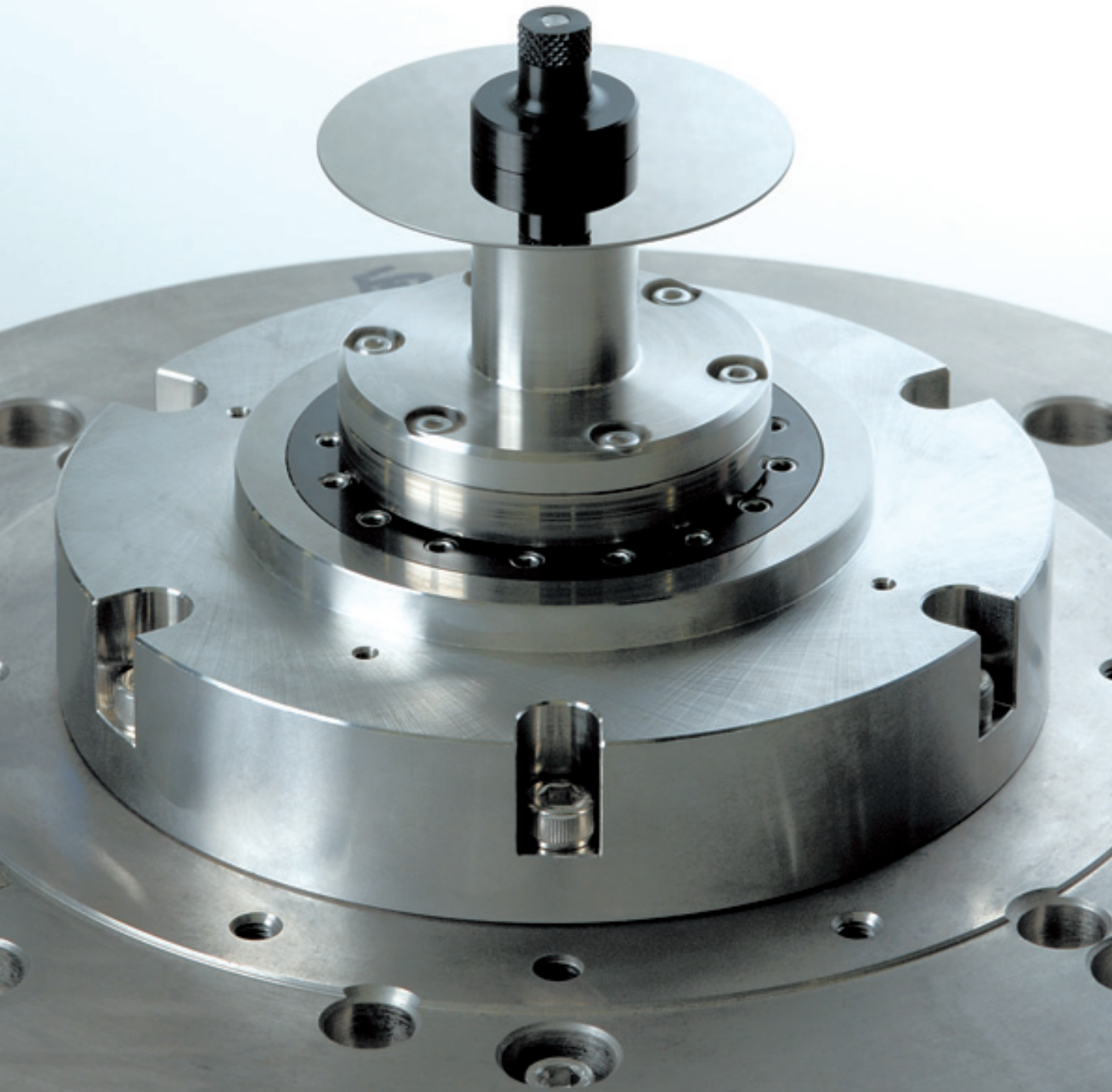
For New Technology Network

**NTN**<sup>®</sup>

NTN 株式会社

# エアスピンドル ユニット

CAT. No. 5403-V / J

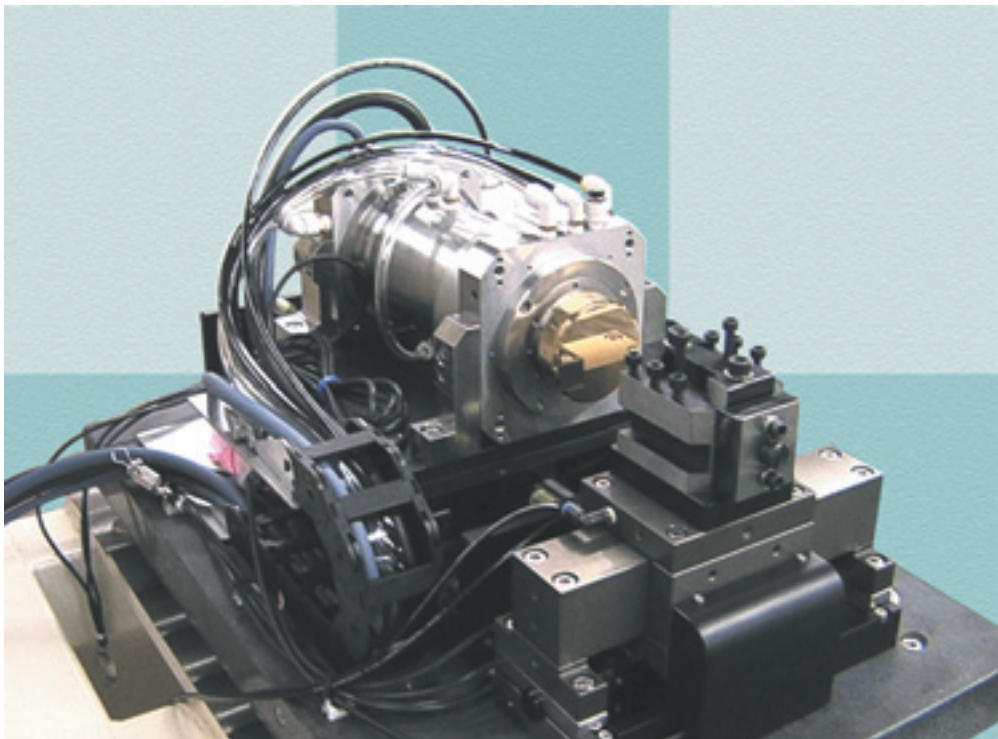


NTNは、長年蓄積した精密加工技術を基に、空気軸受技術や電子制御技術を融合して、エアスピンドルユニットを開発してきました。これらのユニットは高精度なディスク製造・検査装置、超精密工作機及び測定器に使用され、ユーザ各社より高い評価をいただいています。

当社はスピンドルだけでなく、電子制御部やディスククランプなど周辺機器を含めた複合商品や、個別品にも対応いたします。







# NTN

# エアスピンドルユニット

## CONTENTS

### 概 要

1. 特長・種類 .....	4
2. システム構成 .....	4
3. 取扱い上の注意 .....	5

### 仕様・寸法

1. エアスピンドル .....	8
1.1 標準エアスピンドル .....	8
1.2 加工機用エアスピンドル .....	12
1.3 大型エアスピンドル .....	14
2. ドライバ	
2.1 リニア駆動ドライバ .....	22
3. 付属品	
3.1 クランプ部品 .....	28
3.2 エアクリーンユニット .....	32

技術解説 .....	36
------------	----

単位対照表 .....	40
-------------	----

テクニカルシート .....	42
----------------	----



## 安全にお使いいただくために

ご使用に際しましては、製品に付属の取扱説明書をよくお読みいただき、安全に正しくお使いください。

弊社製品の内、「外国為替及び外国貿易法」等に定められた輸出規制品に該当する製品・技術を単体で輸出する場合には、同法によって輸出許可の取得が義務づけられております。輸出にあたりましては適法に行ってくださいようお願いいたします。

# エアスピンドルユニット

## 概 要

- 1. 特長・種類 ..... 4
- 2. システム構成 ..... 4
- 3. 取扱い上の注意 ..... 5

# 特長・種類とシステム構成

## 1. エアスピンドルユニットの特長・種類

### ●特長

- ・ 空気膜が軸と軸受の形状成分を抑える平滑効果により、繰り返し振れ精度 (TIR)、非繰り返し振れ精度 (NRRO) 共に高精度
- ・ 低粘度の空気を潤滑流体とするため、軸受損失が少なく、軽く滑らかに回転し、発熱が少ない
- ・ 軸と軸受が完全非接触のため、静かで長寿命

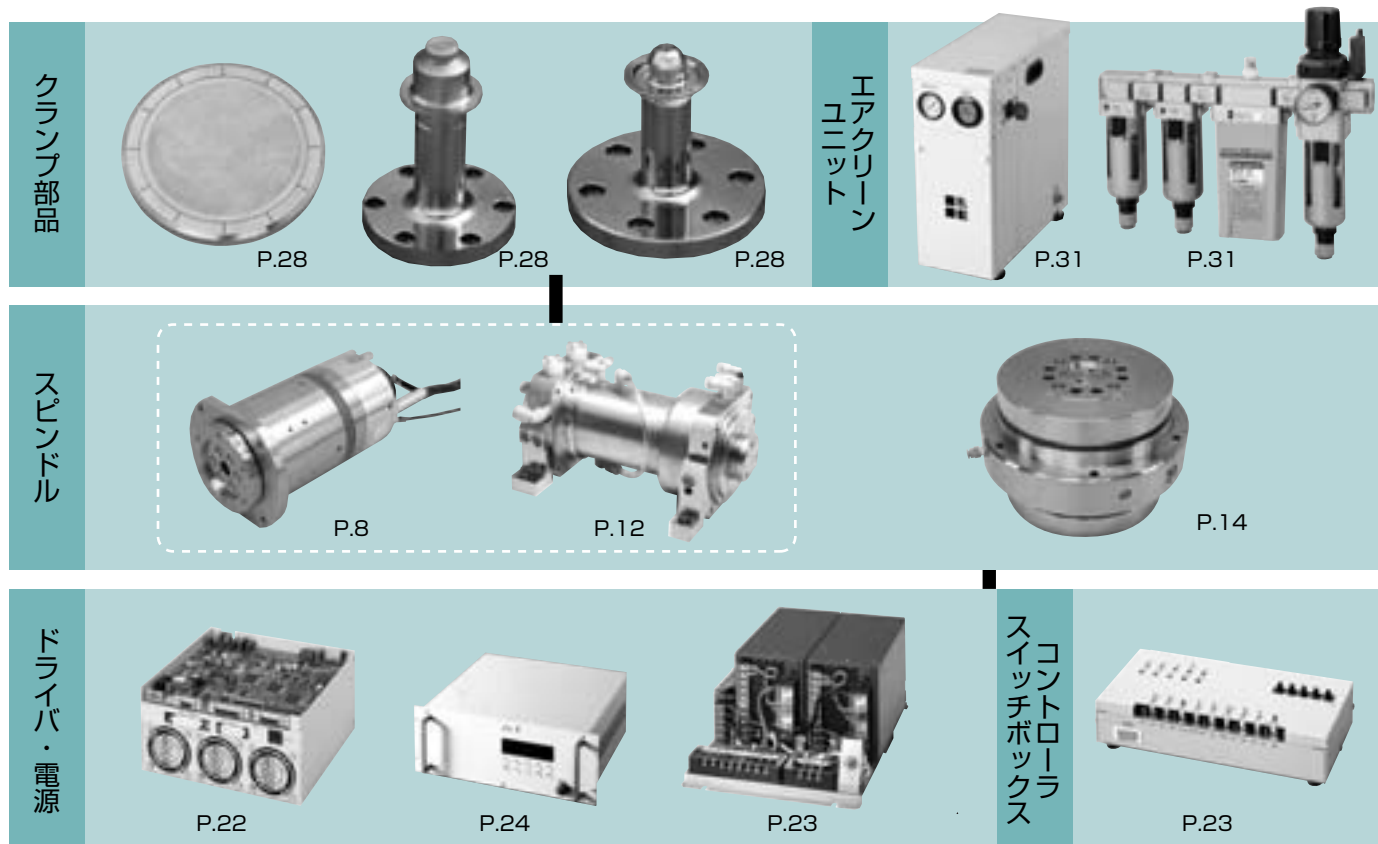
### ●種類

NTNでは豊富な実績を基にエアスピンドルユニットをシリーズ化し品揃えしています。用途に応じ、必要な性能を有するものを選択ください。

品名	軸受形式	モータ	ドライバ	備考・用途	参照ページ
標準エアスピンドル	静圧空気軸受	ACサーボモータ	リニア駆動	ディスク検査装置 ディスク製造装置 半導体加工装置 半導体検査装置 真円度測定器, トルク測定器 レンズ加工機 研削盤, 半導体加工装置	8~11
加工機用			PWM駆動		12~13
大型エアスピンドル		誘導モータ	インバータ		14~18

## 2. エアスピンドルユニットのシステム構成

エアスピンドルユニットは、エアスピンドル本体と清浄な圧縮空気を供給するエアクリーンユニット、ドライバで構成されます。また用途に応じてコントローラ、スイッチボックス、ディスククランプ等の付属部品が必要です。



# 取扱い上の注意

## 3 エアスピンドルユニット取扱い上の注意

エアスピンドルは精密に加工された部品で構成され、マイクロメートルオーダの空気膜を介して回転します。初期性能を維持するため、下記の取扱い上の注意点に留意してご使用ください。

1. 所定圧力の空気が供給されないと、軸受部の負荷容量が不足し軸と軸受が接触します。  
エアスピンドルは耐焼きつき性の良い材料や表面処理を用いていますが、正常な運転を行うために注意してご使用ください。
  - (1) コンプレッサ、エアクリーンユニットの容量はエアスピンドルの消費流量の2倍を目安としてください。
  - (2) 回転時には必ず所定圧力の空気を供給してください。ご使用中は空気圧を圧力スイッチでモニタし、圧力低下時にはエアスピンドルの回転を停止させるよう保護回路を設けてください。
  - (3) 装置への組込みも所定圧力の空気を供給した状態で行ってください。
  - (4) 空気を止めて再稼働するときには、静止状態で清浄な空気を暫く流してからご使用ください。
2. エアスピンドルに清浄で油分のないクリーンエアを供給するために、NTNエアクリーンユニットのご使用を推奨します。
3. 装置のエアスピンドル取付け面は、精度良く仕上げてください。
  - (1) 取付け面は平面度を $5\mu\text{m}$ 以下に仕上げ、バリのないようにしてください。
  - (2) 取付け時はボルト締付トルクを管理しながら固定してください。
4. 配管
  - (1) 管継手・ホースなどの配管用部品はさび・ごみの発生しないものを選択してください。
  - (2) 管継手など金属配管部品は清浄な洗浄液で脱脂洗浄し、エアブローした後ご使用ください。また、ホースもエアブローしてください。
  - (3) 配管系組立後にエアクリーンユニットやエアスピンドルと接続する前に、再度エアブローしてください。
  - (4) 圧力調整バルブを取り付ける場合は、必ずエアクリーンユニットの上流側に取り付けてください。
5. 高速運転時は安全上防護カバーを取り付けてご使用ください。
6. 長期間使用しない場合は、乾燥した清浄な場所に保管してください。

ご使用に際しましては、製品に付属の取扱説明書をお読みいただき、機能・精度が十分維持できるよう、安全に正しくお使いください。



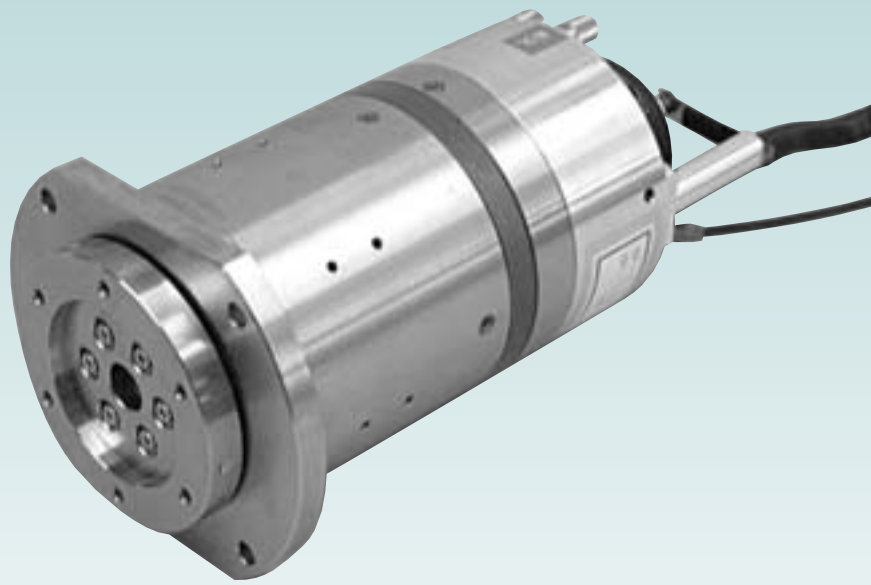


## 仕様・寸法

### 1. エアスピンドル

- 1.1 標準エアスピンドル…………… 8
- 1.2 加工機用エアスピンドル……………12
- 1.3 大型エアスピンドル……………14

## 1.1 標準エアスピンドル



### 特 長

- ・ **高い振れ精度**  
非繰り返し振れ精度 (NRRO)  $0.02\ \mu\text{m}$ 以下です。
- ・ **低摩擦損失, 低発熱**  
空気を潤滑流体とするため低摩擦損失, 低発熱です。
- ・ **少ない回転むら**  
NTNリニア駆動ドライバを使用すると, ジッタ (回転速度変動)  $\pm 0.0005\ \%$ 以下に対応可能です。(マスタリング装置用は $\pm 0.0001\ \%$ 以下)
- ・ **高速起動, 停止**  
所定の回転速度まで, 短時間で起動停止します。
- ・ **集中排気に対応可能**  
軸受からの排気を一箇所にまとめて排出することができます。

### 構造・構成

外部から清浄な圧縮空気を軸受面に供給し, 軸を浮上させる事によって, 滑らかに回転します。軸の後端にビルトインモータとエンコーダを取り付け, ドライバと組み合わせて, 高精度なエアスピンドルユニットを実現しています。

### 用 途

- ・ ディスク検査装置
- ・ ディスクヘッド検査装置
- ・ 半導体加工装置
- ・ 半導体検査装置
- ・ 真円度測定器
- ・ トルク測定器

## 標準エアスピンドル

## システム構成

エアスピンドル	モータ	リニア駆動ドライバ	エアクリーンユニット	最高回転速度 <sup>②</sup> r/min
HR40M	AC サーボモータ <sup>①</sup>	①EDD-1000 回転速度指令付 電源付 通信機能付	ACU100 ①簡易タイプ ②ボックスタイプ (冷却用エア給気機構付)	20 000
HR54M				20 000
HR74M		②EPE-3 回転速度指令要 電源要 通信機能なし		10 000
HRAOM		7 200		

① 高精度用途向けとして、コアレスモータ仕様もあります。

② 最高回転速度は、搭載する慣性により異なる場合があります。最低回転速度は、ドライバの項をご参照ください。

## 仕 様

項 目	オーダコード					
	HR40M	HR54M	HR74M	HRAOM		
使用給気圧力	MPa(Gauge) 0.49					
剛性	N/ $\mu$ m	ラジアル	7	14	31	63
		アキシアル	17	57	121	196
負荷容量	N	ラジアル	13	33	77	147
		アキシアル	35	140	289	470
繰り返し振れ精度	$\mu$ m	ラジアル	1			
		アキシアル	1			
非繰り返し振れ精度	$\mu$ m	ラジアル	0.02			
		アキシアル	0.02			
回転速度変動ジッタ <sup>①</sup>	%	$\pm 0.0005$ <sup>③</sup>				
軸受消費空気流量	L/min (A. N. R.) <sup>④</sup>	5	17	33	25	
モータ冷却空気流量 <sup>②</sup>	L/min (A. N. R.) <sup>④</sup>	20	20	20	—	
質量	kg	2	3	10	20	

① ジッタはNTNのPLL制御、リニア駆動ドライバと組合わせたときの値です。

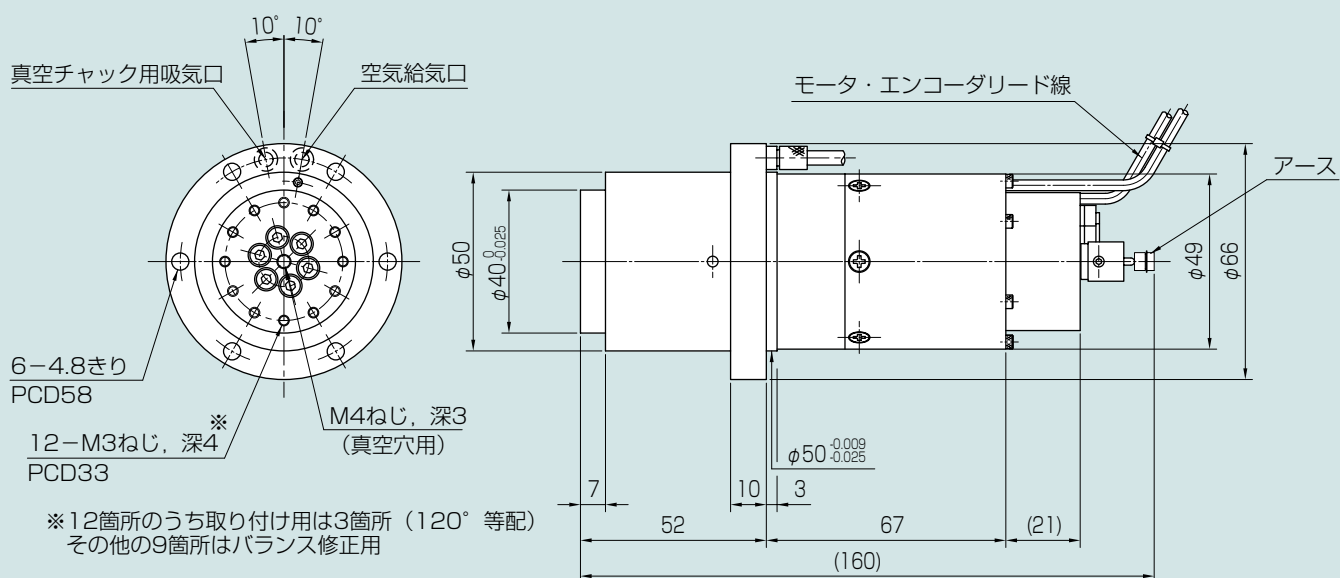
② 10 000r/min 以上の高速で使用される場合はモータ冷却を推奨します。

③ 12 000r/min を超える回転速度の場合は $\pm 0.001$ です。

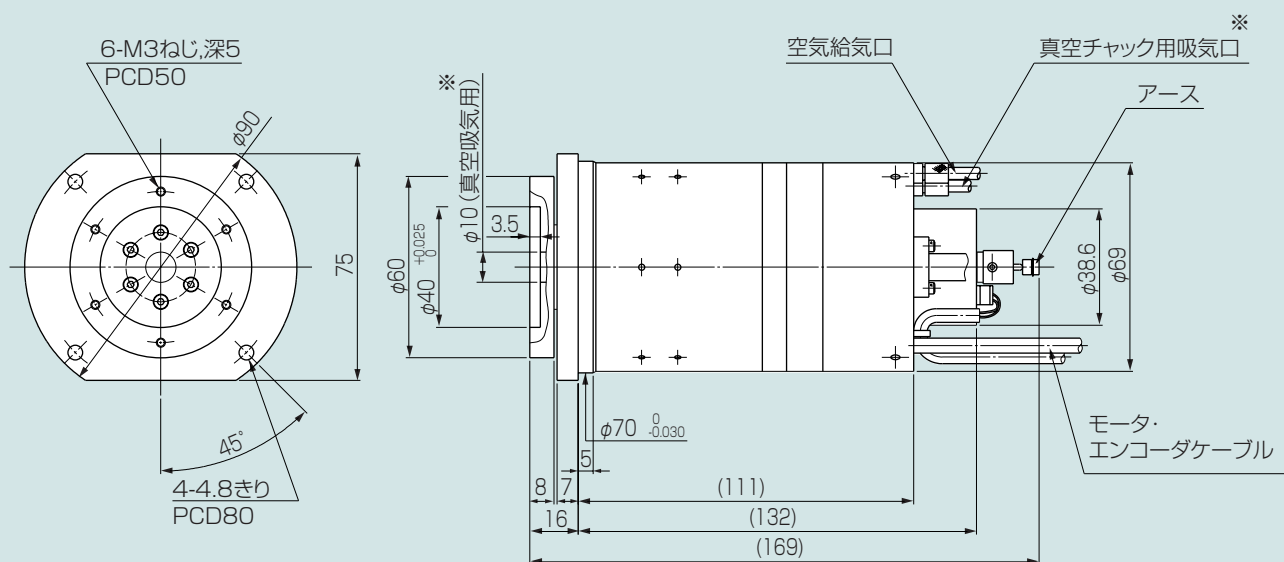
④ A. N. R.とは標準状態 (20℃, 101.3kPa, 65% R.H.) を示します。

# 標準エアスピンドル

## HR40M



## HR54M

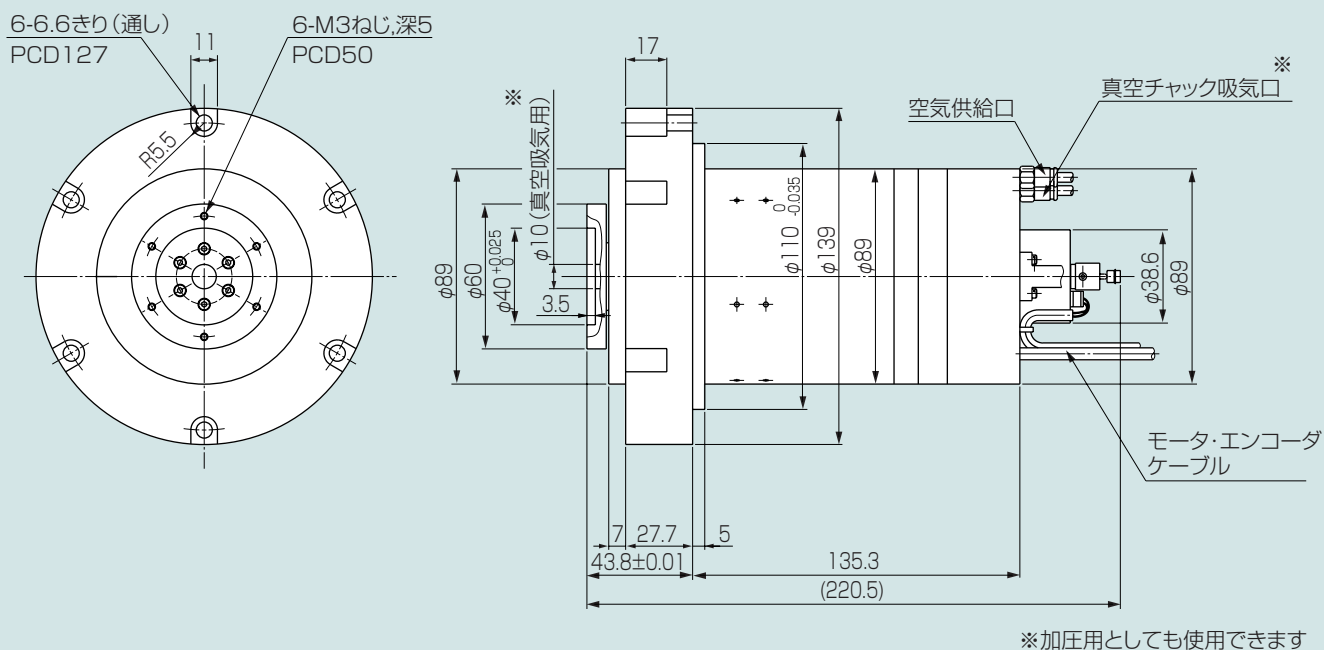


※加圧用としても使用できます

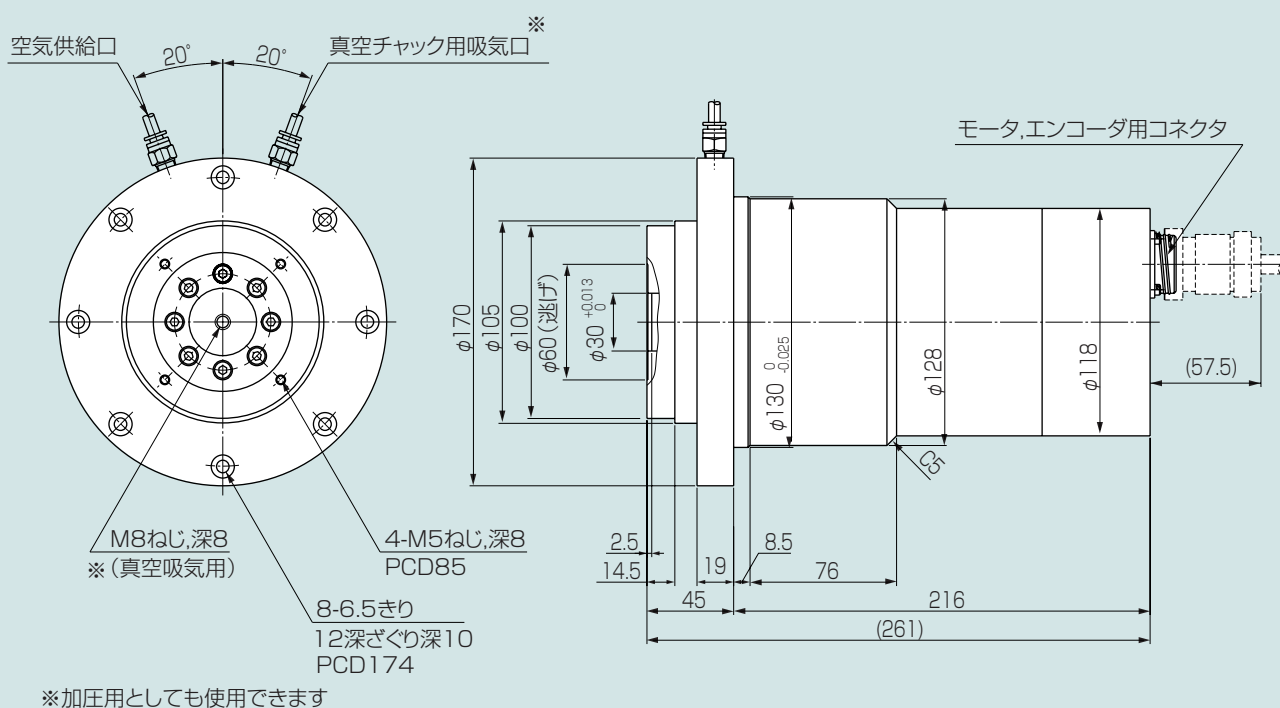


# 標準エアスピンドル

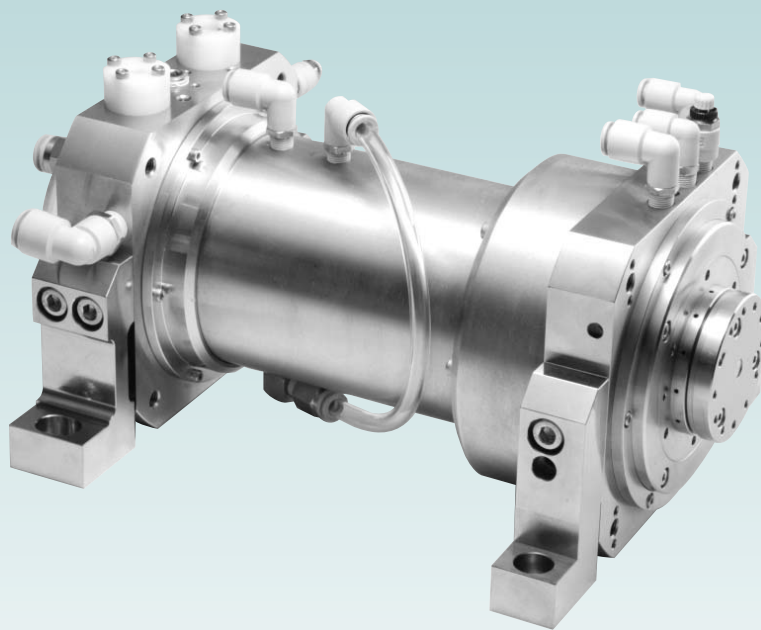
## HR74M



## HRAOM



## 1.2 加工機用エアスピンドル



### 特 長

エアスピンドルを加工機用として使用する事で、より高精度な加工ができます。

加工機用として、粉塵やクーラントが軸受に進入するのを防ぐシール機構、発熱による膨張を最小限に抑える低熱膨張材を採用。また加工に必要な負荷容量を確保しつつ、最高回転速度20000r/minを実現しております。

### 仕 様

項 目	オーダコード HS90M	
回転速度範囲	500~20000r/min	
軸受空気供給圧力	0.49±0.05MPa (Gauge) ❶	
剛 性	ラジアル 45N/μm	アキシアル 227N/μm
負荷容量	ラジアル 90N	アキシアル 454N
非繰り返し振れ精度	0.01 μm以下	0.01 μm以下
軸伸び	暖気運転後のテーブル面の位置変化1 μm以下	
空気消費流量	軸受	32L/min (A.N.R) ❷
	モータ冷却	20L/min (A.N.R) ❷
	エアシール	20L/min (A.N.R) ❷
冷却水流量	5L/min ❸	
質 量	24kg	

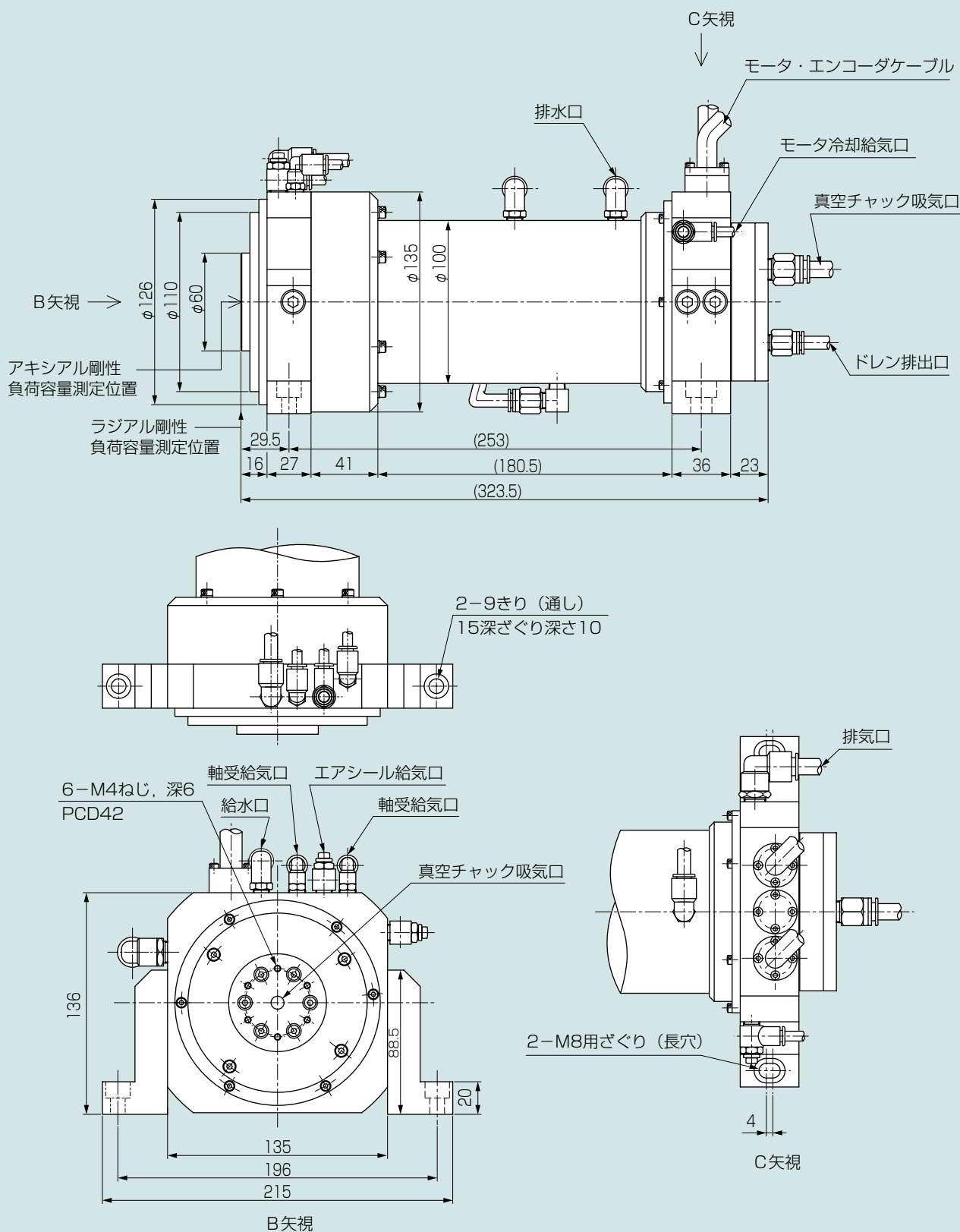
❶ エアフィルタ（ろ過度0.01 μm以下、95%捕集粒径）を通した清浄な圧縮空気をご使用ください。

❷ A.N.R.とは、標準状態（20℃、101.3kPa、65%RH）を示します。

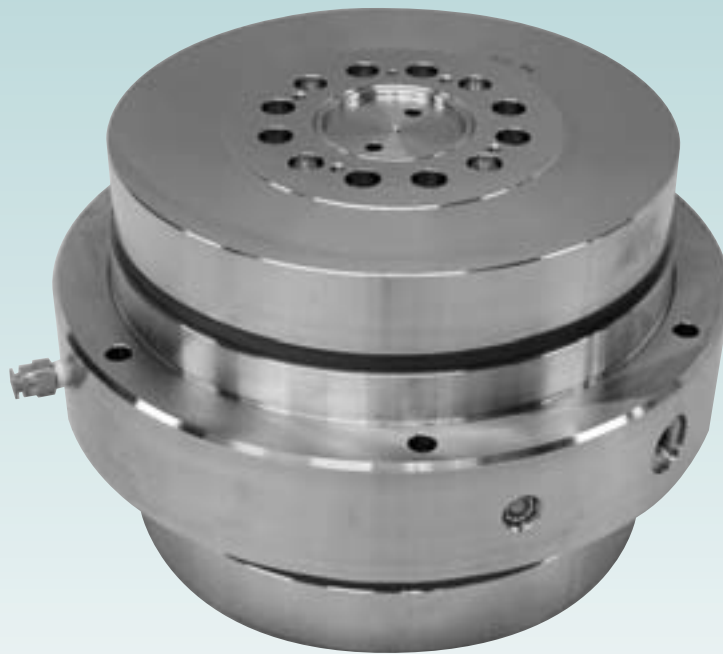
❸ 発熱を抑え、高精度を保つ為に20±3℃に温調された冷却水が必要です。

# 加工機用エアスピンドル

## HS90M



## 1.3 大型エアスピンドル



### 特 長

- ・ **高い回転精度**  
空気軸受の回転精度を活かし、高い回転精度を実現しています。
- ・ **低い温度上昇**  
転がり軸受に比較して、発熱が少なく通常の回転速度では軸受の冷却は不要です。
- ・ **高剛性・高負荷容量**  
剛性、負荷容量を考慮した軸受設計としています。
- ・ **耐焼付き性**  
軸受部にカーボン系の材料を使用し耐焼付き性を向上させています。

### 構造・構成

- ・ 部品の加工精度を上げ、製品精度を向上させています。
- ・ 複合絞りを採用し、高剛性化を図っています。

### 用 途

- ・ 半導体の加工装置
- ・ 半導体の検査装置
- ・ 研削盤
- ・ 軟質金属・脆性材料の加工装置

## 大型エアスピンドル

## 仕 様

## ■加工用エアスピンドル(モータ付)

項 目		オーダコード	
		HRBOM	
使用給気圧力	MPa(Gauge)	0.49	
剛性	N/ $\mu$ m	ラジアル	137
		アキシアル	630
負荷容量	N	ラジアル	520
		アキシアル	2 250
繰り返し振れ精度	$\mu$ m	ラジアル	3
		アキシアル	2
非繰り返し振れ精度 <sup>①</sup>	$\mu$ m	ラジアル	0.02
		アキシアル	0.02
軸受消費空気流量	L/min (A. N. R.) <sup>②</sup>	50	
モータ冷却空気流量	L/min	5	
モータ出力	W/r/min	4.8k/4 000	
質量	kg	170	

① 測定時のノイズ除去のため、フィルタを入れて測定した値です。

② A. N. R.とは標準状態(20℃, 101.3kPa, 65% R.H.)を示します。

## ■加工用エアスピンドル(モータなし)

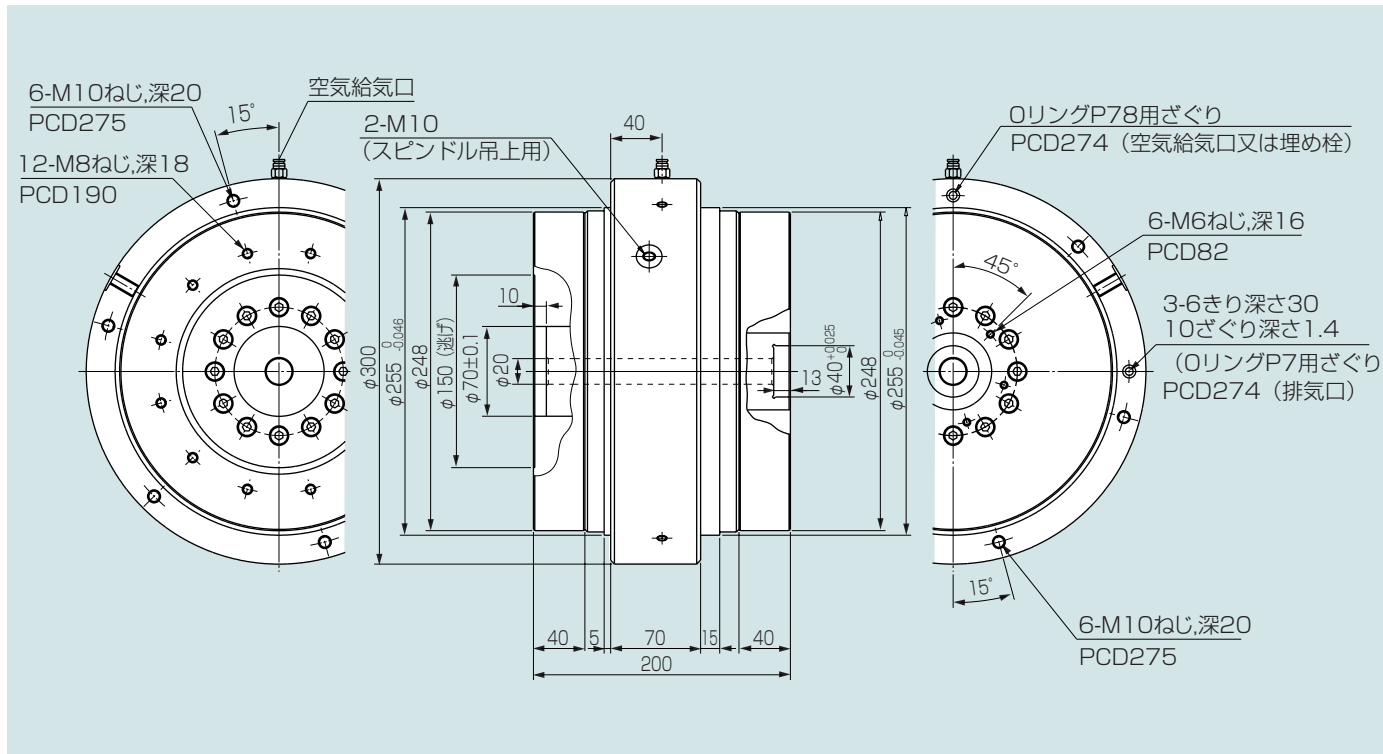
項 目		オーダコード	
		HRB0	HRB5
使用給気圧力	MPa(Gauge)	0.49	
剛性	N/ $\mu$ m	ラジアル	131
		アキシアル	630
負荷容量	N	ラジアル	420
		アキシアル	2 250
繰り返し振れ精度	$\mu$ m	ラジアル	5
		アキシアル	2
非繰り返し振れ精度 <sup>①</sup>	$\mu$ m	ラジアル	0.05
		アキシアル	0.05
軸受消費空気流量	L/min (A. N. R.) <sup>②</sup>	45	75
質量	kg	55	90
最高回転速度	r/min	4000	3000





# 大型エアスピンドル

## HRB5





## 仕様・寸法

2 ドライバ .....	20
2.1 リニア駆動ドライバ	
(1) コンパクトドライバ .....	22
(2) EDドライバ .....	24

## 2.1 ドライバ

### 特 長

- ・リニア駆動PLL制御方式はジッタ（回転速度変動）を高精度で保証。
- ・双方向制御のため設定回転速度までの立上り/立下りの時間が短く、整定時間も短縮。
- ・低ノイズで周辺機器への影響が少ない。

### 主な機能・性能

	EPE-3シリーズ	EDD-1000シリーズ
駆動・制御方式	リニア駆動・PLL制御	リニア駆動・PLL制御
外部DC電源	オプション (電源ユニット)	仕様により不要 <sup>①</sup> (AC100V入力が必要)
回転速度制御コントローラ	—	内蔵
回転速度指令方式	パルス パラレル I/O	通信/パルス <sup>②</sup> パラレル I/O
通信形態	—	RS-232C GP-IB
マニュアル操作	オプション (スイッチボックス)	内蔵 (前面パネルのスイッチ)
協調動作	—	内蔵 (2軸タイプ)
回転速度表示	オプション (回転速度表示器)	内蔵 (前面パネル)
ジッタ	○	◎

① 仕様（回転速度範囲、立上り/立下り時間等）により外部DC電源が必要になります。

② 回転速度指令方式がパラレルI/Oの場合は、オプション基板の追加が必要です。

③ 協調動作とはスライドの位置によって、スピンドルの回転速度を制御することをいいます。

ここには記載してませんが、仕様により市販されているPWM駆動・速度制御方式のドライバを組み合わせることもできますので、別途ご相談ください。

また、カタログ品以外にも、ご要求に応じて対応可能です。



## 用語の説明

### PLL制御について

Phase Locked Loop の略で、モータの速度制御方式の一つです。

回転速度指令パルスとモータ軸に取り付けられたロータリーエンコーダの出力パルス列（実際の回転速度のパルス列）の位相が常に一致するように制御することで速度を一定に保持します。

### 位置決め制御について

位置指令パルスとモータ軸に取り付けられたロータリーエンコーダの出力パルスが一致するように（指令パルス－エンコーダ出力パルス＝0）回転、回転角度位置を制御します。

### PLL制御と位置決め制御の併用について

PLL制御では低速回転（約50r/min以下※）の対応ができないため、低速から高速までの使用要求がある場合は、1台のドライバにPLL制御と位置決め制御を組み込みます。この場合、低速回転時は位置決め制御、高速回転時はPLL制御で駆動します。

※エンコーダのパルス数により対応する回転速度が異なります。

### リニア駆動について

ACサーボモータを駆動するには、モータに正弦波電流を流す必要があります。正弦波の電流アンプの出力をそのまま電力増幅してモータに与える方法がリニア駆動です。（正式には正弦波リニア駆動）

長所：精度がPWM駆動より優れている、ノイズが少ない  
短所：電力損失による発熱、回路の大型化

### PWM駆動について

リニア駆動の欠点である電力損失による発熱、回路の大型化を解決するために、パワートランジスタをスイッチング（ON/OFF）させて、モータを駆動させる正弦波の振幅（波の大きさ）に比例したパルス幅に変換し、見かけ上、正弦波になるように制御してモータに駆動電流を与える方法がPWM駆動です。（Pulse Width Modulationの略です。）

長所：コンパクト、安価  
短所：スイッチングによるノイズ多い

# ドライバ

## 2.1 リニア駆動ドライバ

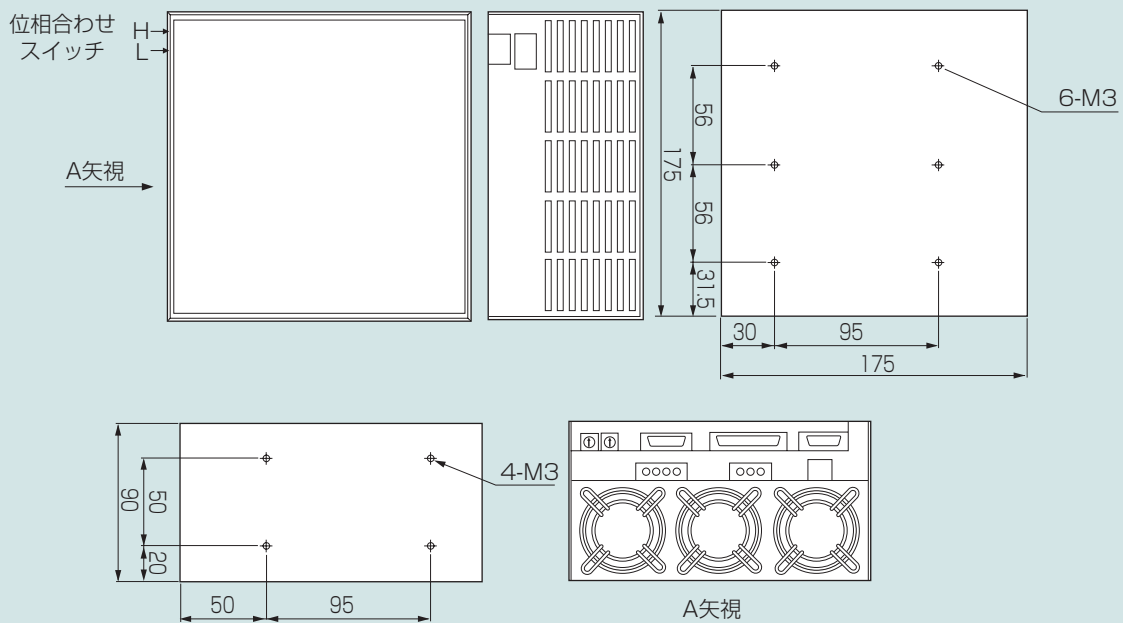
### (1) コンパクトドライバ

小型で安価なリニア駆動PLLドライバです。コントローラを内蔵していますので、回転速度を設定するだけで安定した高精度な回転が得られます。また、オプションの電源ユニットと組み合わせると電源部の配線工事の煩わしさがありません。



形 式	EPE-3シリーズ
適用モータ	同期形ACモータ
回転速度範囲 <sup>①</sup>	250~20 000r/min (エンコーダパルス 512p/r時)
制御方式	PLL制御
入力信号	フォトカプラ, 一部信号は差動 回転速度, 起動/停止切換, 回転方向切換, リセット, 非常停止, 回転指令パルス, etc.
出力信号	フォトカプラ, 一部差動 エンコーダA相, B相, Z相, PLLロック, 回転中, アラーム, etc.
保護機能	電源異常, 過電流, アンブ放熱フィン過熱, モータ過熱, 立ち上がり時間異常, イニシャライズ異常, 回転速度異常
供給電源	DC+5V ±5% 1.5A MAX. DC±24V 0~+10% 8.5A MAX.
使用周囲温度	5~40℃
使用周囲湿度	35~85%RH (結露なきこと)
外形寸法	幅175mm, 高さ90mm, 奥行175mm
質 量	約4.5kg
オプション	電源ユニット, スイッチボックス, 回転速度表示器

① 回転速度範囲はスピンドルへの搭載物の慣性によって異なります。詳細は別途お問い合わせください。  
備考 上記回転速度範囲以外のものにも対応可能です。詳細は別途お問い合わせください。  
また、回転速度範囲によりエンコーダのパルス数を変える場合があります。

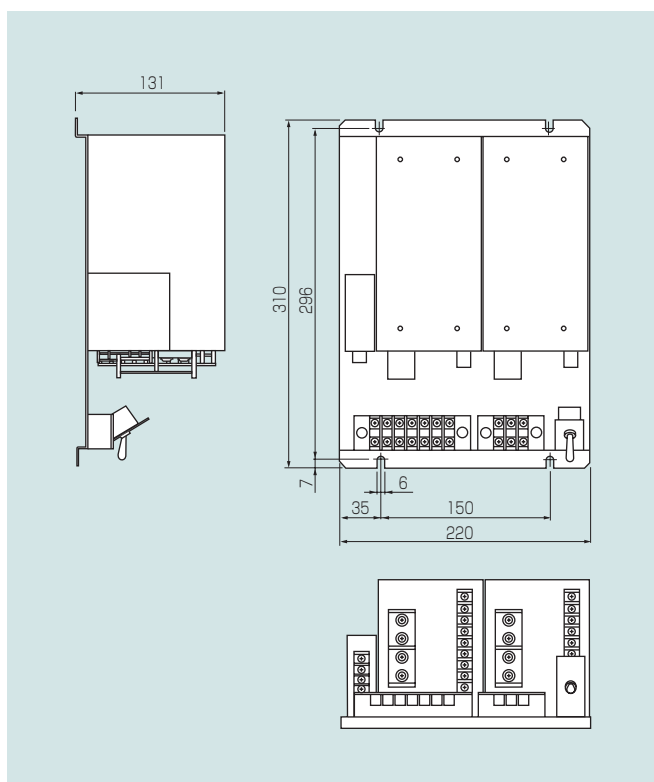


## 電源, スイッチボックス

## オプションユニット

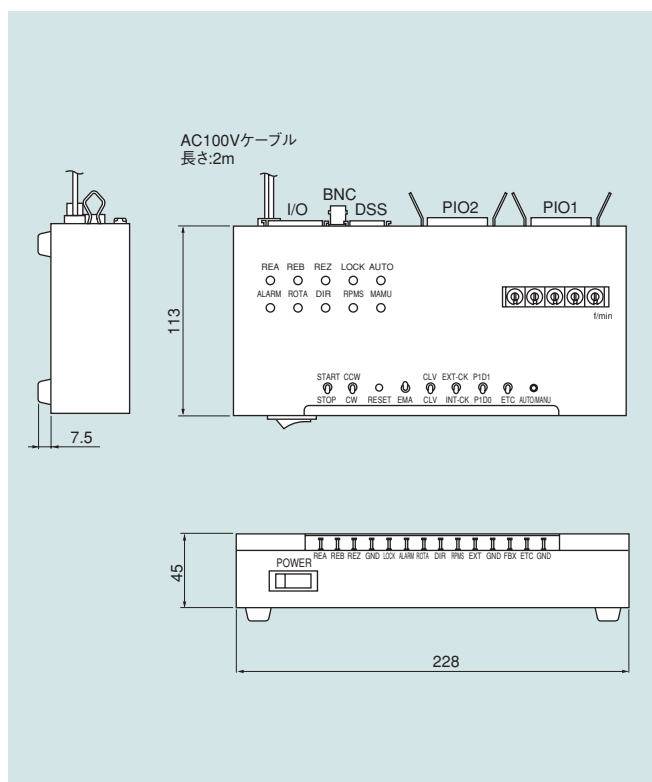
## 電源ユニット

オーダーコード	EPU-2414W05-02
供給電源	AC100V±10% 50/60Hz 9.1A MAX.
質量	約5.5kg
付属品	接続ケーブル (1m) , AC100ケーブル (3m)

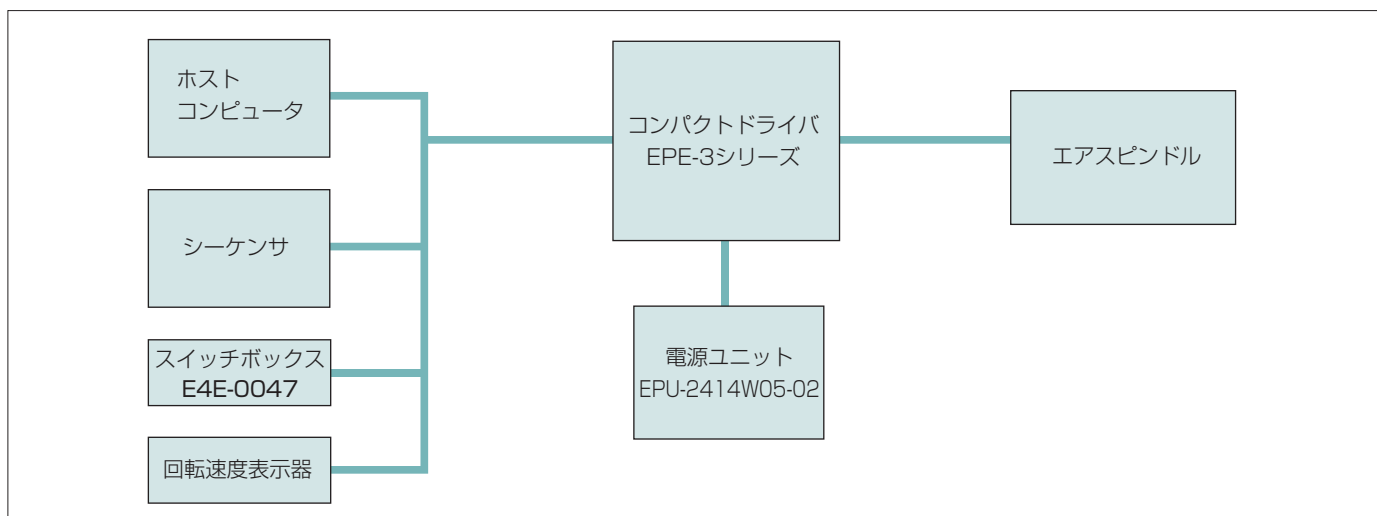


## スイッチボックス

オーダーコード	E4E-Z0047
供給電源	AC100V±10% 50/60Hz 1A MAX.
質量	約0.8kg
付属品	接続ケーブル (2m)



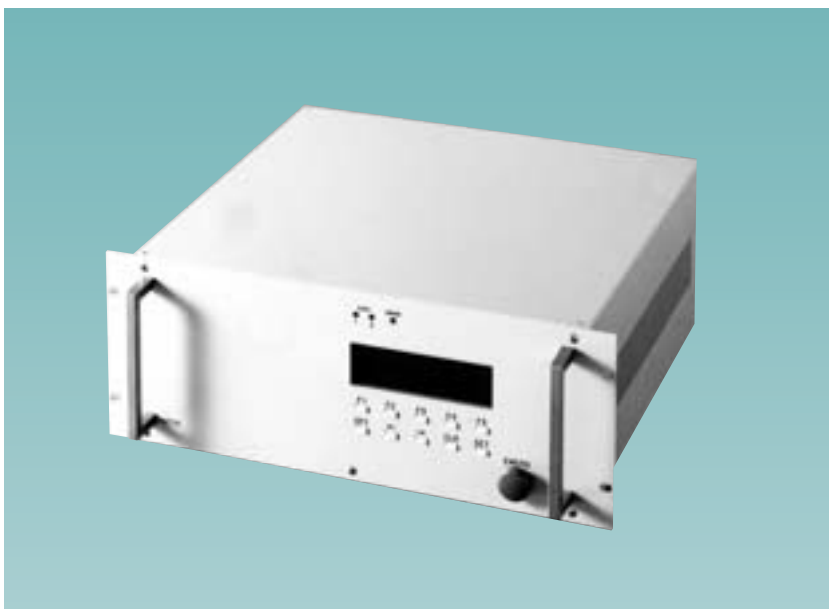
## 標準接続例



# ドライバ

## (2) EDドライバ

エアスピンドルとエアスライドユニットとの協調動作ができるインテリジェントドライバです。RS232CまたはGPIBを標準でサポートしていますので、上位コンピュータ等から機器のコントロールや、動作条件の変更及び動作状態のモニタが簡単にできます。また、単体でも液晶ディスプレイと10個の機能キーで、同様な動作が可能です。プログラマブルシーケンサやスイッチ用のI/Oユニット付きも製作できます。



### 特 長

- ・ 通信でも単体でも操作可能
- ・ インテリジェントなコントロール機能付
- ・ 回転、直線運動を組み合わせるコントロール可能
- ・ 高精度、高分解能な制御が可能

供給電源	AC100V 10 A MAX		
外形寸法	幅430mm, 高さ177mm, 奥行403mm, フロントパネル幅483mm (他に後面ケーブルスペースは70 mm 前後必要)		
質 量	約20kg		
最大構成	CPU基板, スピンドル用 PLL制御基板または位置決め制御用基板(最大2枚), I/O用基板, オプション基板, AC / DCサーボ用リニアアンプ(最大3枚), LCD用基板, LED用基板, 電源回路		
標準機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 表示機能 バックライト付きLCD 240 × 64 ドット(40 × 8 文字相当) [表示内容: 回転速度, 位置, 各種設定, サーボ定数, エラー等] LED 赤: ERROR, 緑: LOCK 1, LOCK 2</li> <li>・ 入力機能 10個のファンクションキー, 非常停止スイッチ [設定内容: 手動動作, 動作設定, サーボ定数, 非常停止等]</li> <li>・ CPU基板 CPU: TMP68301F-16 (16/32bit MC68000コアASSP) メモリ: ROM 512kbyte, RAM 256kbyte バッテリーバックアップ付 スピンドルクロック発生用NTN高精度デジタル シンセサイザ搭載 RS232Cインタフェース GPIBインタフェース</li> </ul>	選択機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 位置決め制御基板 高分解能リニアスケールまたは、1024~18,000,000パルスのロータリエンコーダ対応 2相デジタルクロック リミット, 原点入力 駆動パルス発生回路 溜りパルス方式サーボシステム サーボゲイン, サーボ定数変更回路 界磁用3相SIN波発生回路, ノッチフィルタ回路 エンコーダ信号出力, ロック信号出力, リミット信号出力, 他</li> <li>・ PLL制御基板 1回転当り300~4096パルスのロータリエンコーダに対応 NTN-PLL方式スピンドル用サーボシステム サーボゲイン, サーボ定数変更回路 界磁用3相SIN波発生回路 外部クロック, 外部フィードバック入力 エンコーダ信号出力, ロック信号出力, 他</li> </ul>
		オプション機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ I/O用基板 フォトカプラ絶縁出力8点(最大16点) [出力内容: 回転方向, INI, ALARM等] フォトカプラ絶縁入力24点(最大32点) [入力内容: START, 回転方向, 回転速度, GAIN, 非常停止等] 位置決め用外部クロック入力(2軸)</li> <li>・ 位置出力基板 位置リアルタイムパラレル出力</li> <li>・ アナログ入出力基板 アナログ入力12bit 4チャンネル アナログ出力12bit 4チャンネル</li> </ul>

## 形 式

## 1 軸制御型標準形式

EDD-1000シリーズ	スピンドルPLL制御
EDD-5000シリーズ	スピンドル位置決め制御
EDD-6000シリーズ	スライド位置決め制御
EDD-1500シリーズ	スピンドルPLL制御および位置決め制御混在

## 2 軸制御型標準形式

EDD-1600シリーズ	スピンドルとスライドの協調制御
EDD-5600シリーズ	スピンドル位置決め制御とスライド位置決め制御
EDD-6600シリーズ	スライド2軸位置決め制御（H型も可能）

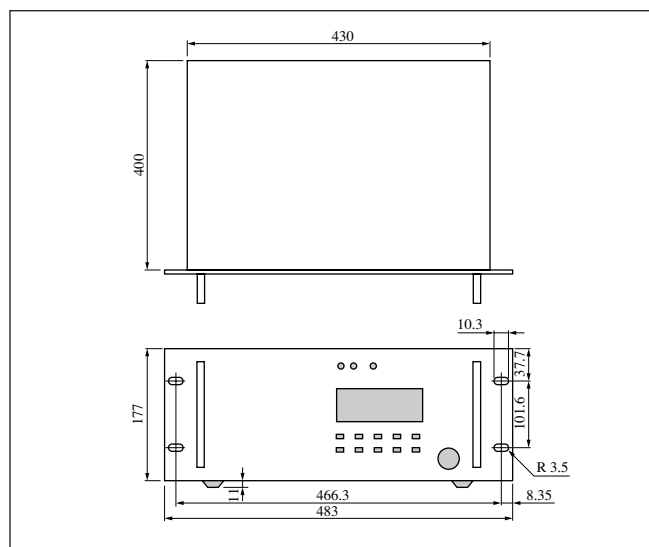
## 1 軸制御型オプション付き例

EDD-1030LA01	スピンドル I/O制御型
--------------	--------------

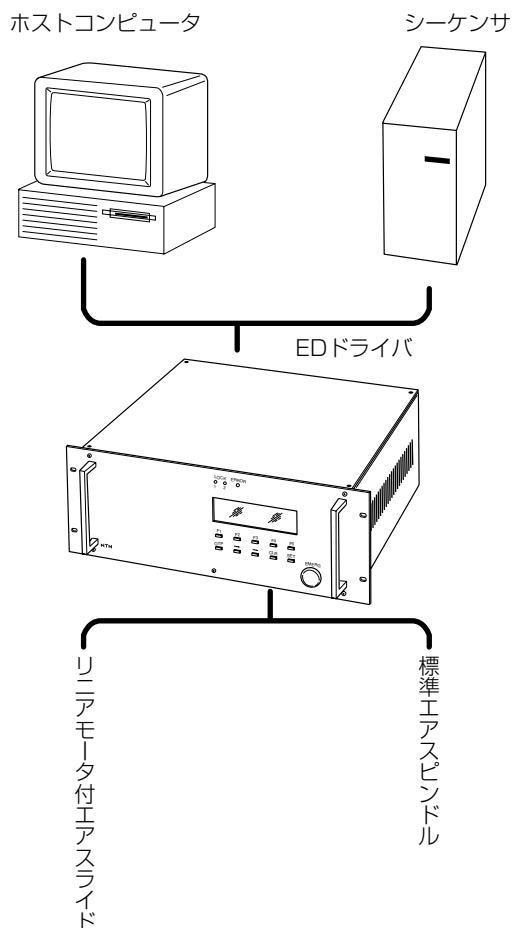
## 2 軸制御型オプション付き例

EDD-1639LF01	スピンドルとスライドの協調制御、I/O、オプション基板付き
--------------	-------------------------------

備考 電源容量の制約により、外部電源が必要な場合があります。



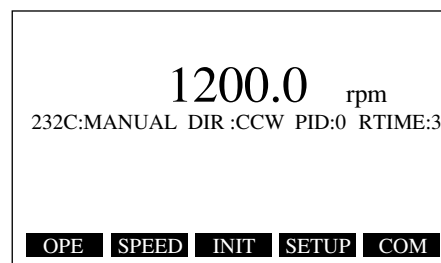
## 標準接続例



## 操作例

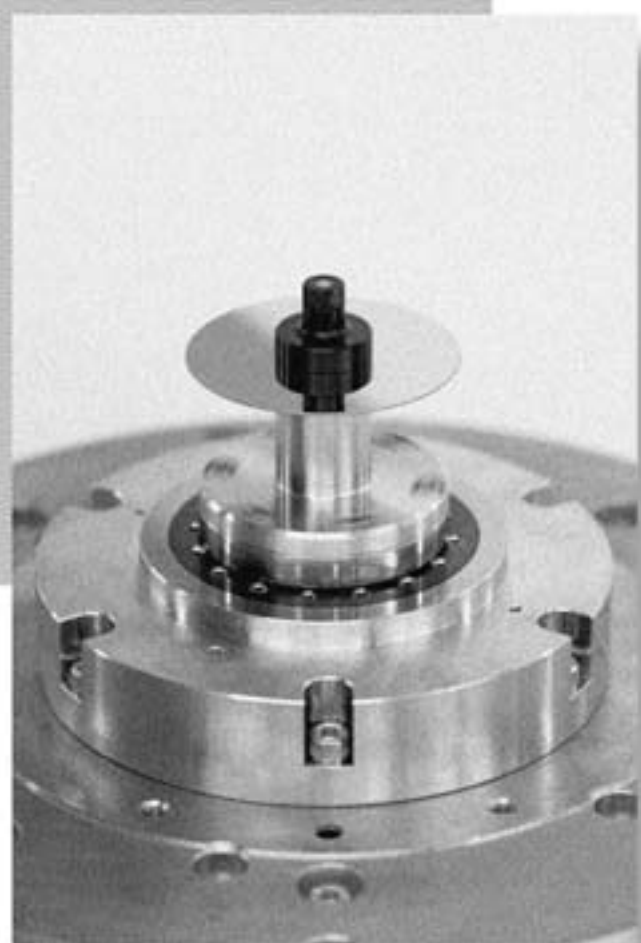
- RS232CまたはGPIB通信による方法  
ホストコンピュータ等から通信を利用してコマンドを送り、動作させることができます。  
コマンド例  
SRS1200.0 スピンドル回転速度を1200rpmに設定します。  
SPR1 スピンドルを回転させます。
- 操作画面と操作キーによる方法  
操作画面を見ながら操作キーにより各種設定、動作させることができます。

## 操作画面例



- I/O 通信による方法  
シーケンサやスイッチからI/O基板を利用して動作させることができます。（オプション）





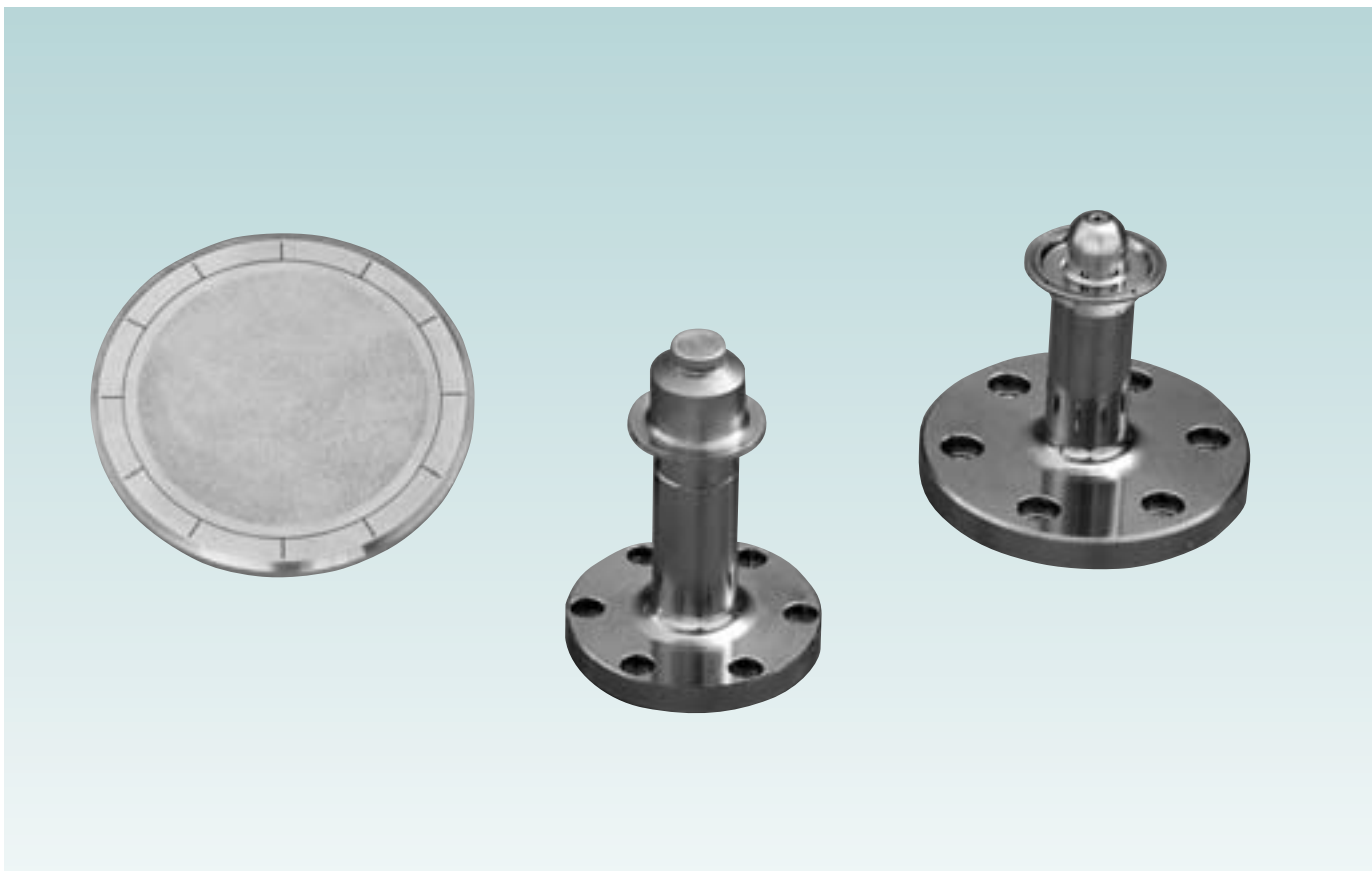
## 仕様・寸法

### 3. 付属品

3.1 クランプ部品……………28

3.2 エアクリーンユニット……………31

## 3.1 クランプ部品



### 特 長

・多彩なクランプ方法

真空式，機械式，磁石式等のクランプ方法が対応可能です。また，真空式については，多孔質を使用したタイプでの対応も可能です。

・高い振れ精度

搭載面の振れ精度は $1\ \mu\text{m}$ です。<sup>①</sup> エアスピンドルと組合せて注文を頂いた場合には，エアスピンドルに取付けた状態で加工する事も可能です。この場合は，より高い精度が可能となります。<sup>①</sup>

・高い芯出し精度

芯出し機構を追加することにより高精度な芯出しが可能となります。特に繰り返し芯出し精度については，数 $\mu\text{m}$ 以下での再現性があります。<sup>②</sup>

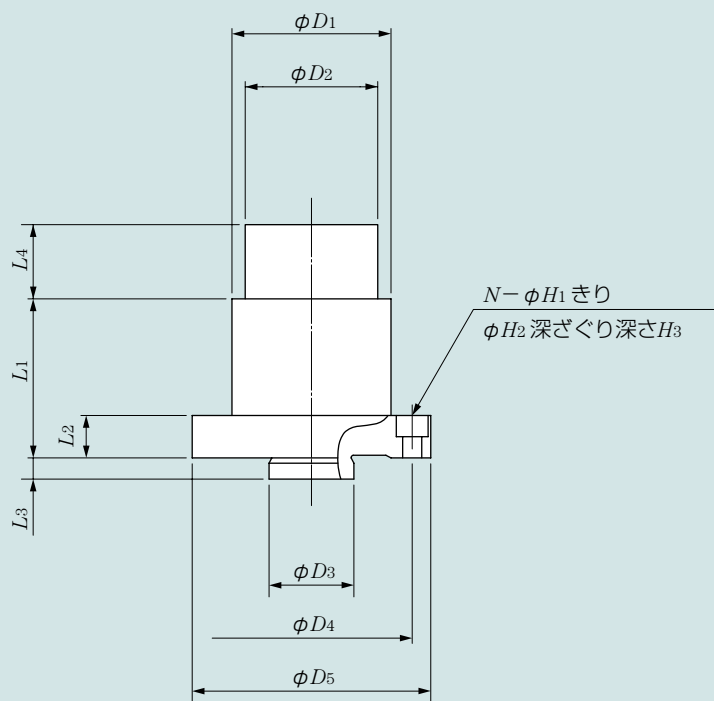
・様々な形状，サイズ，材質での製作

注文生産になりますので，様々な形状，サイズでのクランプ部品が製作可能です。また，材質や表面処理についても，ご相談ください。

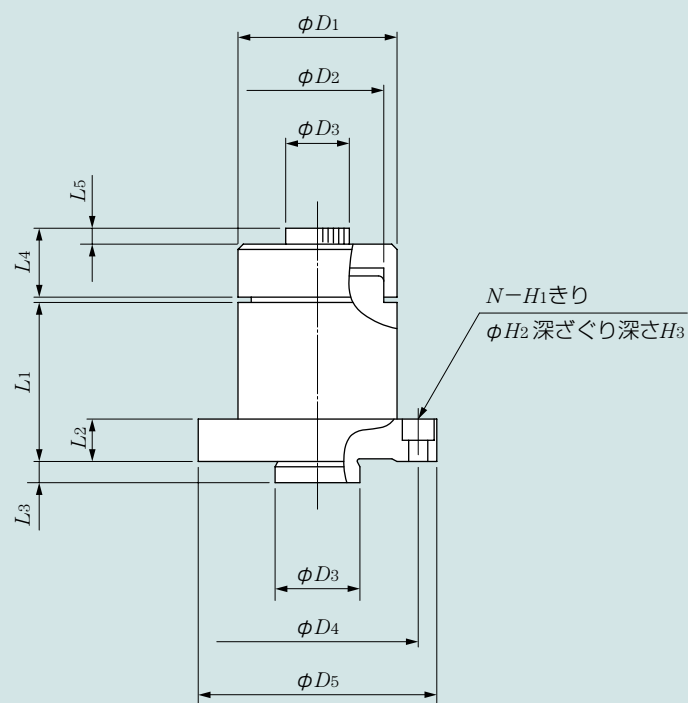
①クランプ形状によっては，保証できない場合があります。

②搭載物形状，精度および厚さによっては，対応できない場合があります。

# クランプ部品



真空式クランプ



機械式クランプ



## 3.2 エアクリーンユニット



ボックスタイプ



簡易タイプ

### 特 長

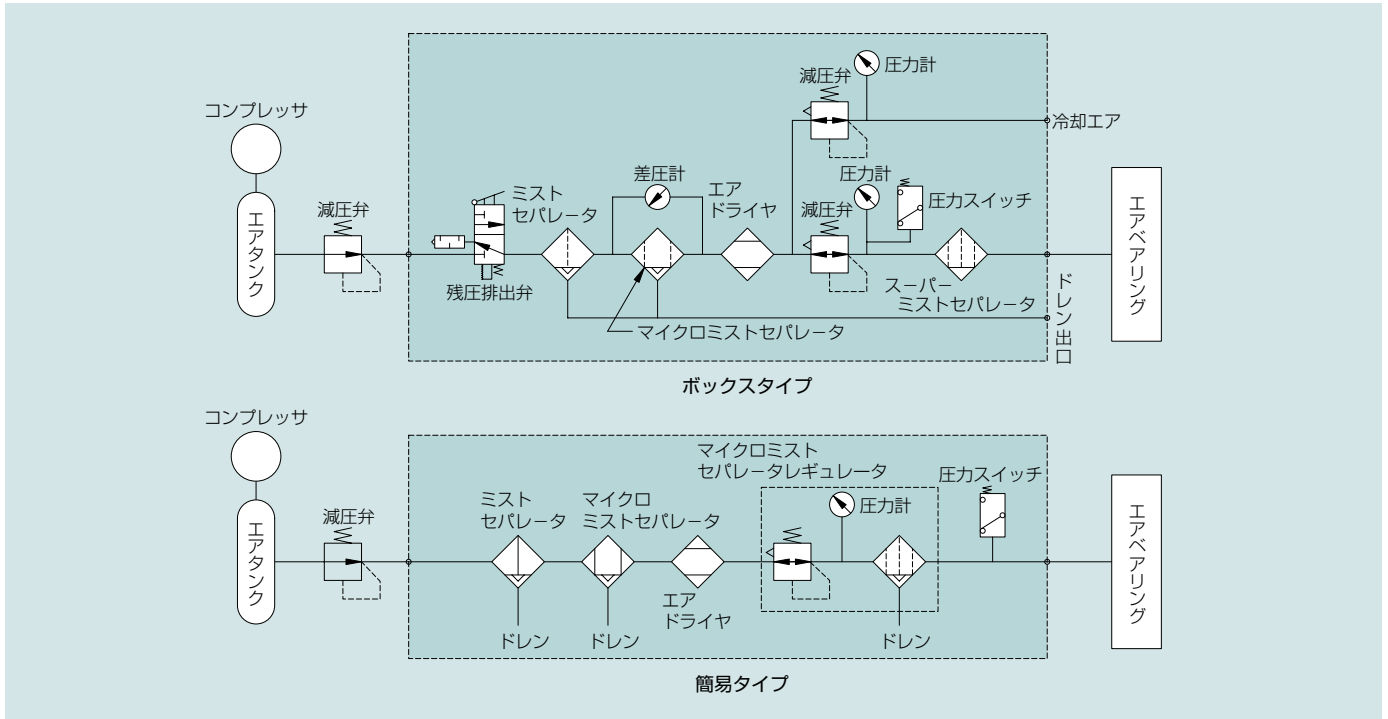
- ・コンパクトサイズ  
エアスピンドルに必要な清浄な圧縮空気を供給する機能をコンパクトにユニット化しました。
- ・アラーム機能付  
運転中の給気圧力の低下を検出できる異常信号端子と、フィルタの目詰まりによる寿命を表示する露点チェッカおよび差圧計がついています。
- ・冷却エア給気機能付（ボックスタイプ）  
モータ冷却等のために、冷却用エア給気機能も付属しています。（冷却用エアは常温です）

		簡易タイプ		ボックスタイプ	
出口出力	0.5MPa	ACU-CM1005	ACU-CM3005	ACU-NM1005	ACU-NM3005
	0.4MPa	ACU-CM1004	ACU-CM3004	ACU-NM1004	ACU-NM3004
処理空気流量 注3)		100L/min (A.N.R.)	300L/min (A.N.R.)	100L/min (A.N.R.)	300L/min (A.N.R.)
入口空気圧力		0.5~1MPa		0.5~1MPa	
エアフィルタろ過度		0.01μm (95%捕集粒径) 相当		0.01μm (95%捕集粒径) 相当	
質 量		2.3kg	3.8kg	11kg	15kg

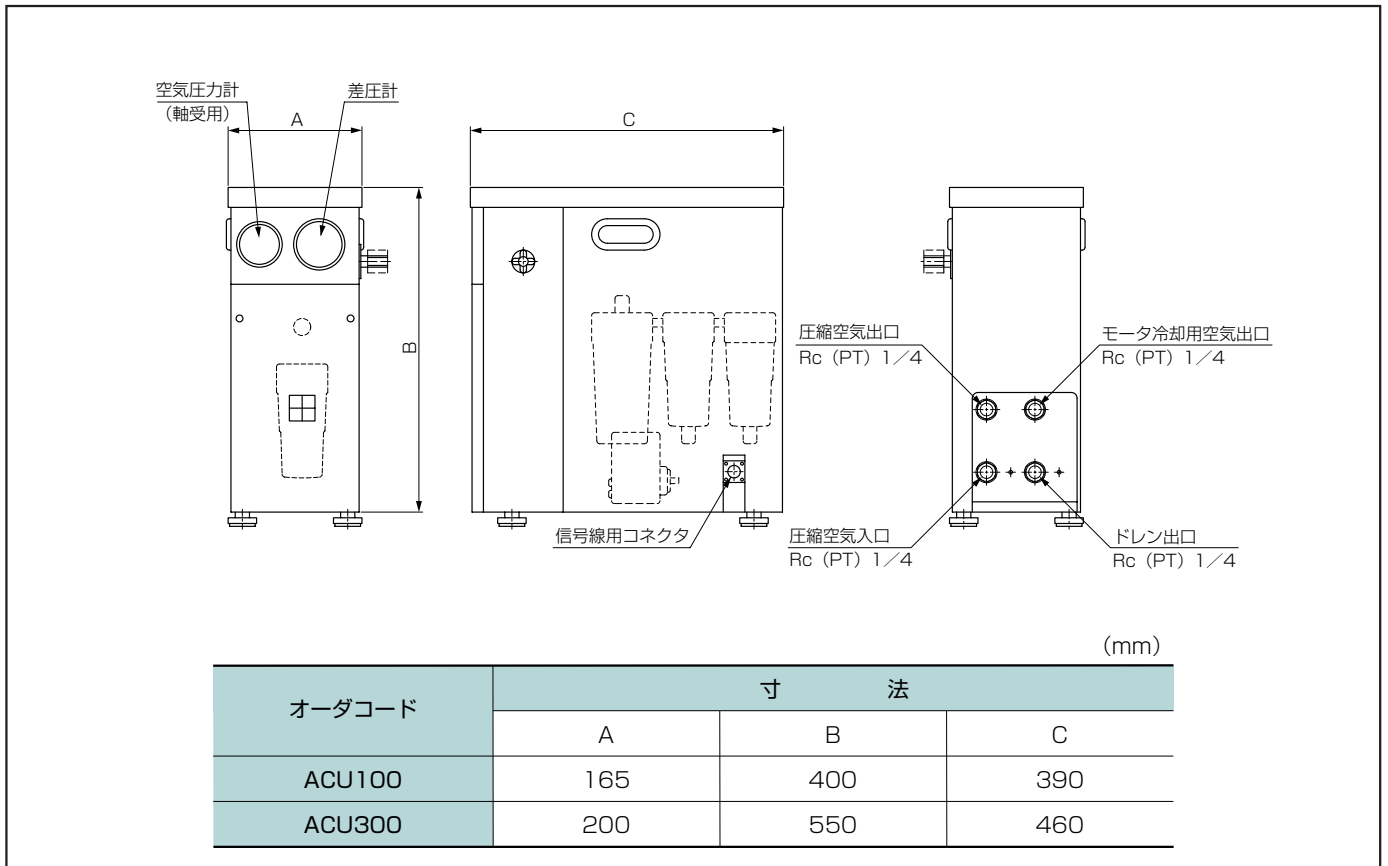
注 1) 圧力調整用レギュレータ付です。(0.15~1MPa(Gauge)の範囲で調整可)  
 2) 管継手(φ4, φ6, φ8用各2個)を同梱しています。  
 3) A.N.R.は標準状態(20℃, 101.3kPa(Gauge), 65%R.H)を示します。

# エアクリーンユニット

## ブロック図



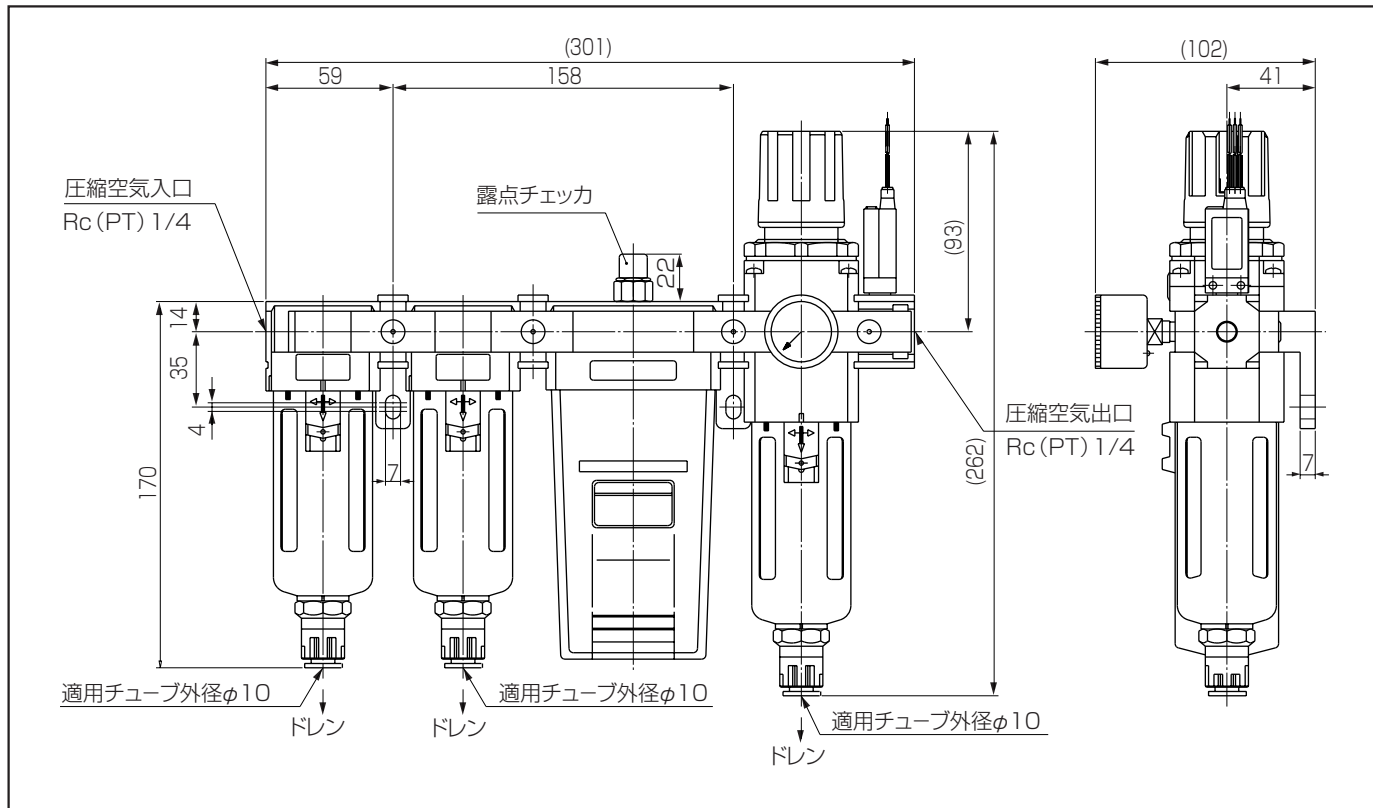
ACU-NM100, ACU-NM300 (ボックスタイプ)



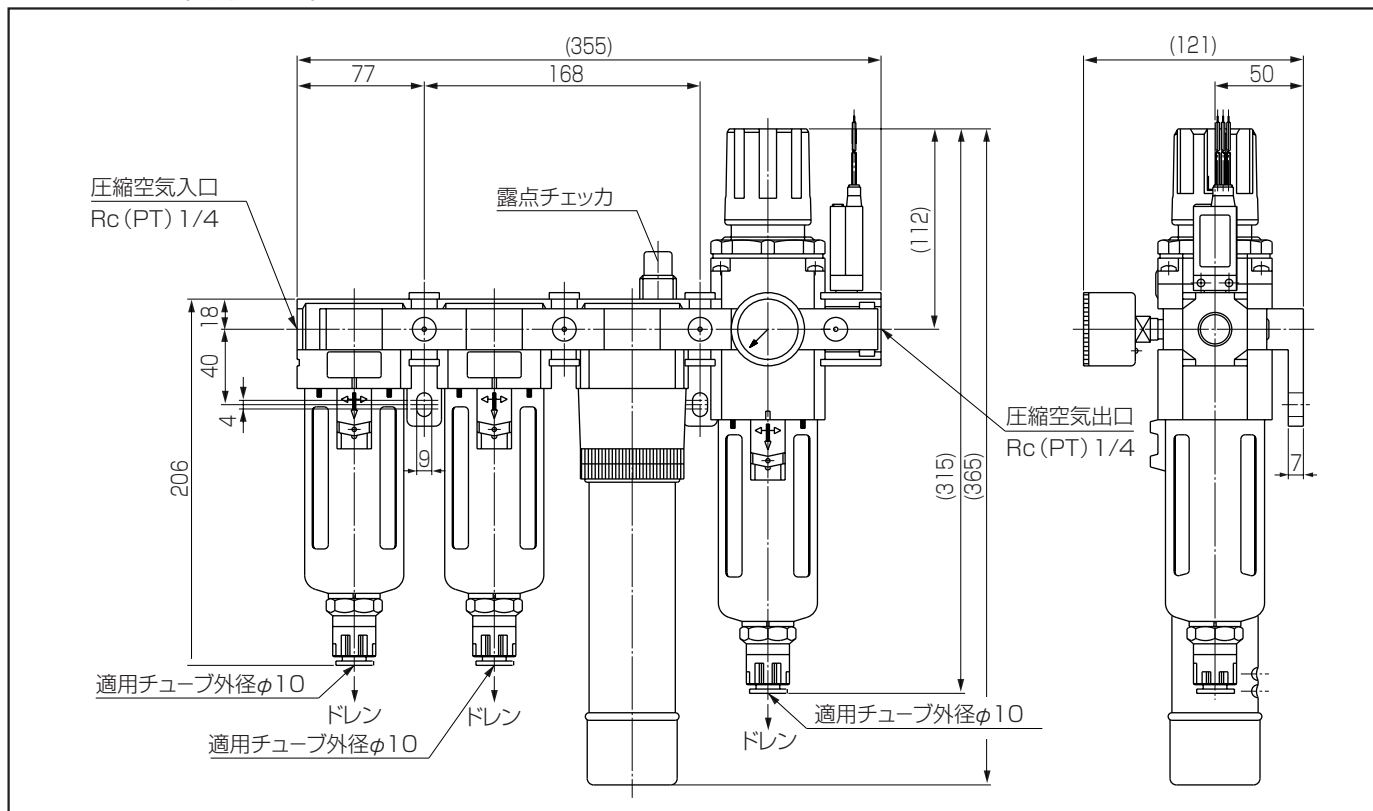


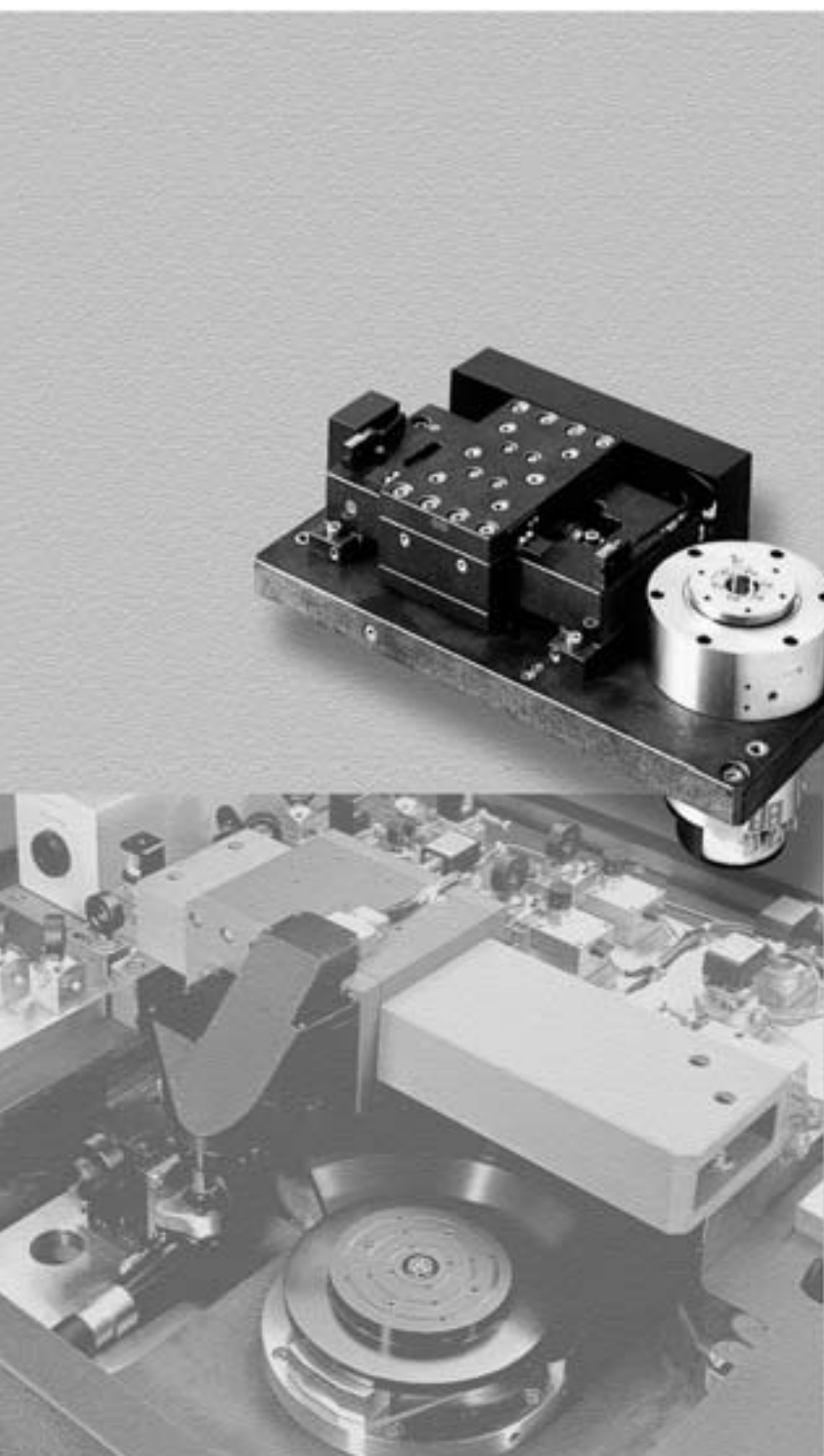
# エアクリーンユニット

ACU-CM100 (簡易タイプ)



ACU-CM300 (簡易タイプ)





# エアスピンドルユニット

技術解説

単位対照表

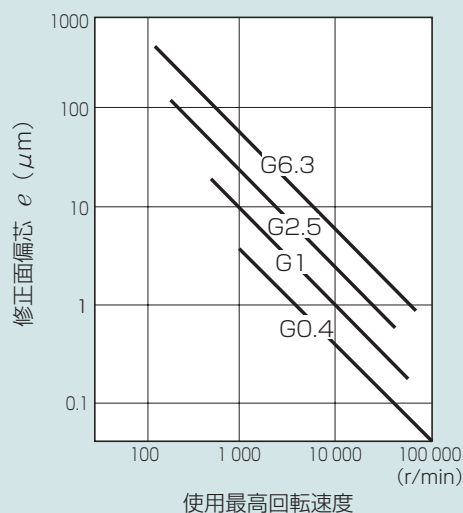
テクニカルシート

## 技術解説

用語	内容
剛性	<p>主軸先端の測定位置で、1 μmの変位を生じさせる荷重を示します。</p> <p>アキシャル剛性はエアスピンドルが負荷を受けるターンテーブルの上面に軸方向荷重をかけ、変位量を測定して求めます。</p> <p>ラジアル剛性はターンテーブル外周に半径方向の荷重をかけ、モーメント荷重に対する変化量を測定します。</p> $\text{剛性} = \text{荷重} / \text{変位量} \quad (\text{N} / \mu\text{m})$
負荷容量	<p>主軸はマイクロメートルオーダーの空気膜で支えられているため、過大な荷重により、軸受すきま全域まで偏心すると、軸受と接触し、軸受形状や性能が劣化する危険性があります。このため、初期製作すきまに対し許容できる偏心量を想定し、仮定して安全率を決めています。下式はエアスピンドルに荷重がかかっても、主軸と軸受が接触せず安定して回転できる荷重を示します。</p> $\text{負荷容量} = \text{剛性} \times \text{軸受すきま} \times \text{安全率} \quad (\text{N})$
回転精度	<p>エアスピンドルの最大の長所は回転精度が良いことです。振れの回転精度は繰り返し振れと非繰り返し振れに分離して定義されます。</p>
繰り返し振れ	<p>繰り返し振れは、測定箇所の形状成分（真円度や偏芯）を含めた1回転する間の振れを示すTIRと、3点測定法等によって形状成分を除いた軸芯の振れを示すRROの2種類があります。</p>
非繰り返し振れ	<p>非繰り返し振れ（NRRO）は、回転に同期しない軸芯振れです。測定位置における振れピーク値の変動幅を、非繰り返し振れとして評価する方法があります。</p>
回転速度変動	<p>回転速度変動（ジッタ）は、主軸が1回転するのに必要な時間のばらつきを示します。当社では原則としてスピンドルの回転検出器（ロータリエンコーダ）の原点信号を200回取込み、取込み時間のばらつき（Δt）と理論的1回転に要する時間（T）を比較し、百分率で表示しています。</p> $\text{ジッタ} = \pm 1/2 (\Delta t / T) \times 100 \quad (\%)$
軸受消費流量	<p>軸受すきまに圧力空気膜を形成するため、エア源（コンプレッサ）から常に所定の圧力で所定の流量の空気を給気しなくてはなりません。軸受エアは常に清浄で乾燥したの必要があります。軸受消費流量は軸受寸法、軸受すきま等により変化します。</p>
摩擦損失	<p>気体軸受の摩擦損失はペトロフの式から求められます。</p> <p><math>N</math>：回転速度（r/min）、<math>D</math>：軸受直径（m）、<math>L</math>：軸受幅（m）、<math>C_r</math>：軸受隙間（m）、<math>\mu</math>：粘性係数（Pa・s）とすると</p> $\text{摩擦損失} = \frac{1}{3600} \times \frac{\mu \pi^3 D^3 L N^2}{C_r} \quad (\text{W})$ <p>空気の場合、粘性係数は20℃のとき<math>\mu = 0.000018 \text{ Pa} \cdot \text{s}</math>で、水（<math>0.0010 \text{ Pa} \cdot \text{s}</math>）の約1/55、潤滑油の1/1000以下なので、摩擦損失は非常に小さい値になります。</p>
駆動方式	<p>リニア駆動とPWM駆動の2種類があります。ACサーボモータを駆動するには正弦波電流を流す必要があります。電流アンプの出力を増幅して入力し、駆動するのがリニア駆動です。正弦波電流を直接入力するため、精度は高くできますが、効率は良くありません。</p> <p>PWM駆動は正弦波電流を、パワーFETにより矩形波に変換し、駆動するもので効率が良く高出力が得られる反面、精度はリニアより劣ります。</p>

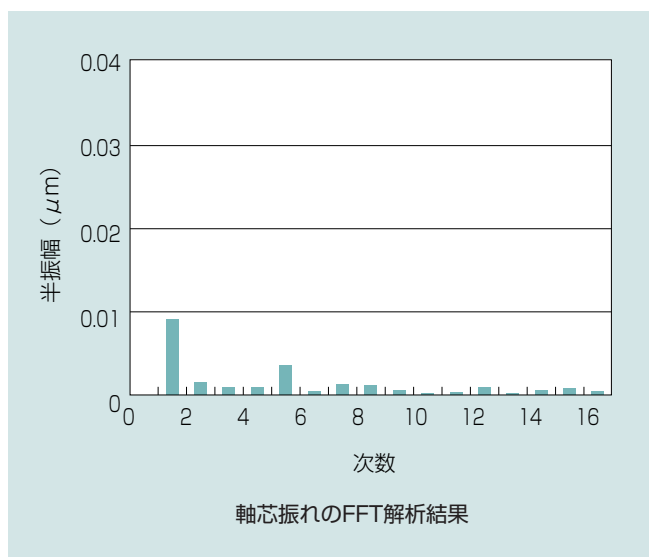
用語	内容
制御方式	<p>PLL制御と位置決め制御があります。PLL制御はドライバ内蔵の発信器とスピンドルに搭載したロータリエンコーダのパルス列を比較し、その位相を揃えるよう制御するものです。低速では発信器の周波数特性が低下するため、回転精度も変化します。</p> <p>位置決め制御はドライバ内蔵の発信器とスピンドルに搭載したロータリエンコーダのパルス数を比較し、指令パルス数と出力パルス数を一致させるよう制御するものです。</p>
回転精度	<p>当社のエアスピンドルは高い回転精度を実現するため、通常ACサーボモータとリニア駆動、PLL制御を採用しています。低速（60r/min以下）で高い回転精度を要求される場合は位置決め制御を、高速で高出力を要求される場合はPWM駆動で対応しています。大型では誘導モータとPWM駆動（インバータ）の組合せもあります。</p>
バランス	<p>エアスピンドルは主軸単体でバランス修正を行ない、回転速度に同期した振動を抑えています。さらに厳しく振動を抑える場合はスピンドル組立て後にもバランス修正を行なっています（通称フィードルバランス）。</p> <p>バランスが影響する高速回転の場合は通常JIS G1級が適用され振動を嫌う場合はJIS G0.4級を適用しています。<b>NTN</b>では要求に応じてこの等級以上の対応をしている場合もあります。</p> <p>バランス修正は偶不釣合いの影響が少ない場合は1面修正、回転体が長く偶不釣合いが懸念される場合は2面修正を行なっています。</p> <p>外観上、修正箇所が問題になる場合は、位置の確認や修正方法（削るか修正錘を付加するか）の確認をさせていただきます。</p> <p>回転体の重心と修正面がほぼ等距離にある場合は、2面修正として以下の式が成立します。</p> $e = 2m_r / M$ <p> <math>e</math> : 修正面偏芯 (<math>\mu\text{m}</math>)  <math>m_r</math> : アンバランス量 (<math>\text{g} \cdot \text{mm}</math>)  <math>M</math> : 回転体質量 (<math>\text{kg}</math>) </p> <p><b>スピンドルの支持方法と振動との関係</b>          スピンドルの支持方法によって、振動（変位、速度、加速度）の大きさが変化することがあります。</p> <p>そのため、スピンドルを設置する場所の剛性・面粗さ・平面度などを適切にすることで、スピンドルの振動を抑えられる場合もあります。</p>

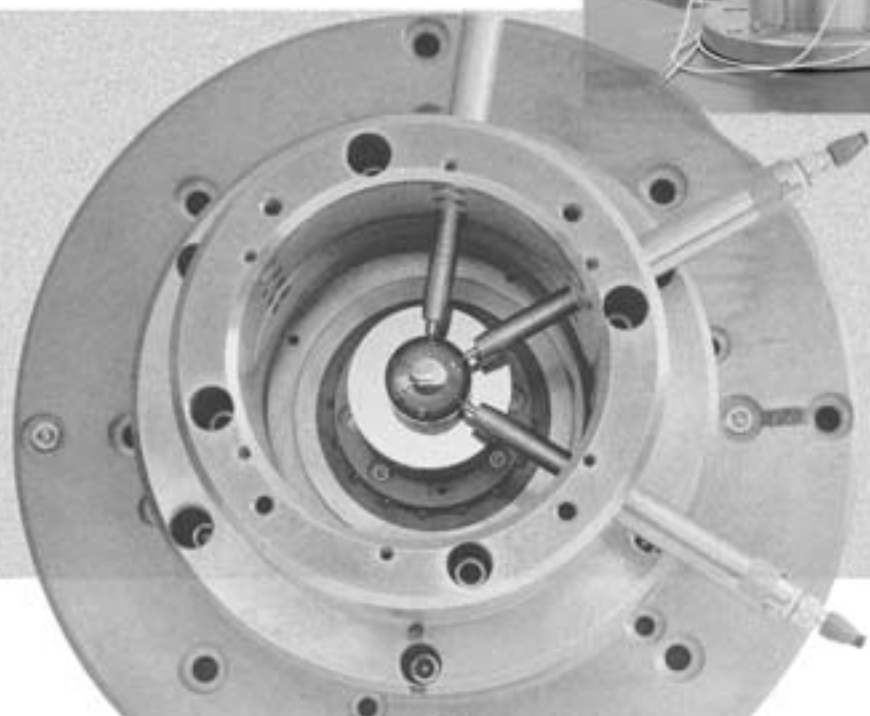
修正面偏芯と回転速度の関係（許容アンバランス量）



## 三点法による軸芯振れの測定

回転している被測定物の外径面の変位を測定した場合、測定した繰り返し振れ（PRO）データには、被測定物の形状に起因する振れと、被測定物の軸芯振れに起因する振れの2つの振れ成分が含まれます。三点法では、位相を変えて三箇所から被測定物の変位を測定することで、この2つの振れ成分を分離することができます。これにより、被測定物の形状に左右されることなく、スピンドルの軸芯振れ成分のみを評価することができます。また、軸芯振れデータをFFT解析することで、回転速度に同期する振れの次数成分の評価もできます。





# 単位対照表

SI及びCGS系、重力系単位の対照表

単位系	長さ L	質量 M	時間 T	加速度	力	応力	圧力	エネルギー
SI	m	kg	s	m/s <sup>2</sup>	N	Pa	Pa	J
CGS系	cm	g	s	Gal	dyn	dyn/cm <sup>2</sup>	dyn/cm <sup>2</sup>	erg
重力系	m	kgf · s <sup>2</sup> /m	s	m/s <sup>2</sup>	kgf	kgf/m <sup>2</sup>	kgf/m <sup>2</sup>	kgf · m

SI単位への換算

量	単位の名称	記号	SIへの換算率	SI単位の名称	記号
角 度	度	°	$\pi/180$	ラジアン	rad
	分	'	$\pi/10\,800$		
	秒	" (sec)	$\pi/648\,000$		
長 さ	メートル	m	1	メートル	m
	ミクロン	$\mu$	10 <sup>6</sup>		
	オングストローム	Å	10 <sup>10</sup>		
面 積	平方メートル	m <sup>2</sup>	1	平方メートル	m <sup>2</sup>
	アール	a	10 <sup>2</sup>		
	ヘクタール	ha	10 <sup>4</sup>		
体 積	立方メートル	m <sup>3</sup>	1	立方メートル	m <sup>3</sup>
	リットル	ℓ .L	10 <sup>3</sup>		
質 量	キログラム	kg	1	キログラム	kg
	トン	t	10 <sup>3</sup>		
	重量キログラム平方秒毎メートル	kgf · s <sup>2</sup> /m	9.806 65		
時 間	秒	s	1	秒	s
	分	min	60		
	時	h	3 600		
	日	d	86 400		
速 さ	メートル毎秒	m/s	1	メートル毎秒	m/s
	ノット	kn	1 852/3 600		
周波数及び振動数	サイクル	s <sup>-1</sup> (pps)	1	ヘルツ	Hz
回転速度	回毎分	r/min	1/60	毎 秒	s <sup>-1</sup>
角 速 度	ラジアン毎秒	rad/s	1	ラジアン毎秒	rad/s
加 速 度	メートル毎秒毎秒	m/s <sup>2</sup>	1	メートル毎秒毎秒	m/s <sup>2</sup>
	ジー	G	9.806 65		
力	重量キログラム	kgf	9.806 65	ニュートン	N
	重量トン	tf	9 806.65		
	ダイン	dyn	10 <sup>5</sup>		
力のモーメント	重量キログラムメートル	kgf · m	9.806 65	ニュートンメートル	N · m
慣性モーメント	重量キログラムメートル平方秒	kgf · m · s <sup>2</sup>	9.806 65	キログラム平方メートル	kg · m <sup>2</sup>
応 力	重量キログラム毎平方メートル	kgf/m <sup>2</sup>	9.806 65	パスカルまたはニュートン毎平方メートル	PaまたはN/m <sup>2</sup>
圧 力	重量キログラム毎平方メートル	kgf/m <sup>2</sup>	9.806 65	パスカル	Pa
	水柱メートル	mH <sub>2</sub> O	9 806.65		
	水銀柱メートル	mHg	101 325/0.76		
	トール	Torr	101 325/760		
	気圧	atm	101 325		
	バール	bar	10 <sup>5</sup>		
エ ネ ル ギ	エルグ	erg	10 <sup>7</sup>	ジュール	J
	ITカロリー	cal <sub>IT</sub>	4.186 8		
	重量キログラムメートル	kgf · m	9.806 65		
	キロワット時	kW · h	3.600×10 <sup>6</sup>		
仕事率及び動力	ワット	W	1	ワット	W
	仏馬力	PS	735.5		
	重量キログラムメートル毎秒	kgf · m/s	9.806 65		



# 単位対照表

単位系	仕事率	温度	粘度	動粘度	磁束	磁束密度	磁界の強さ
SI	W	K	Pa・s	m <sup>2</sup> /s	Wb	T	A/m
CGS系	erg/s	°C	P	St	Mx	Gs	Oe
重力系	kgf・m/s	°C	kgf・s/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> /s	—	—	—

## SI単位への換算

量	単位の名称	記号	SIへの換算率	SI単位の名称	記号
粘度	ポアズ	P	10 <sup>-1</sup>	パスカル秒	Pa・s
	センチポアズ	cP	10 <sup>-3</sup>		
	重量キログラム秒毎平方メートル	kgf・s/m <sup>2</sup>	9.806 65		
動粘度	ストークス	St	10 <sup>-4</sup>	平方メートル毎秒	m <sup>2</sup> /s
	センチストークス	cSt	10 <sup>-6</sup>		
温度	度	°C	+273.15	ケルビン	K
放射能	キュリー	Ci	3.7×10 <sup>10</sup>	ベクレル	Bq
照射線量	レントゲン	R	2.58×10 <sup>-4</sup>	クーロン毎キログラム	C/kg
吸収線量	ラド	rad	10 <sup>-2</sup>	グレイ	Gy
線量当量	レム	rem	10 <sup>-2</sup>	シーベルト	Sv
磁束	マクスウェル	Mx	10 <sup>-8</sup>	ウェーバ	Wb
磁束密度	ガンマ	γ	10 <sup>-9</sup>	テスラ	T
	ガウス	Gs	10 <sup>-4</sup>		
磁界の強さ	エルステッド	Oe	10 <sup>3</sup> /4π	アンペア毎メートル	A/m
電気量	クーロン	C	1	クーロン	C
電位差	ボルト	V	1	ボルト	V
電気抵抗	オーム	Ω	1	オーム	Ω
電流	アンペア	A	1	アンペア	A

## SI単位の10の整数乗倍

単位の乗ぜられる倍数	接頭語		単位の乗ぜられる倍数	接頭語	
	名称	記号		名称	記号
10 <sup>18</sup>	エクサ	E	10 <sup>-1</sup>	デシ	d
10 <sup>15</sup>	ペタ	P	10 <sup>-2</sup>	センチ	c
10 <sup>12</sup>	テラ	T	10 <sup>-3</sup>	ミリ	m
10 <sup>9</sup>	ギガ	G	10 <sup>-6</sup>	マイクロ	μ
10 <sup>6</sup>	メガ	M	10 <sup>-9</sup>	ナノ	n
10 <sup>3</sup>	キロ	k	10 <sup>-12</sup>	ピコ	p
10 <sup>2</sup>	ヘクト	h	10 <sup>-15</sup>	フェムト	f
10	デカ	da	10 <sup>-18</sup>	アト	a

エアスピンドルテクニカルシート

貴社名			
所在			
所属			
お名前		E-Mail	
TEL		FAX	

(1) 用途

加工機     ディスク検査装置     サーボトラックライタ     光ディスクマスタリング装置  
 その他 ( )

(2) 搭載物

種類	<input type="checkbox"/> CD, DVD <input type="checkbox"/> HD <input type="checkbox"/> その他* ( )		
積層	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無    有りの場合は枚数 (    枚)		
サイズ	外径φ                  ×内径φ                  ×厚さ		
材質	<input type="checkbox"/> ポリカーボネート <input type="checkbox"/> アルミ <input type="checkbox"/> ガラス <input type="checkbox"/> セラミック <input type="checkbox"/> その他 ( )		

※搭載物の形状、仕様が特殊な場合は、別途図面の提出をお願い致します。

(3) システム構成

エアスピンドル     クランプ部品\*     ドライバ     電源ユニット     コントローラ  
 エアクリーンユニット     支給品 ( )

※クランプ部品仕様の詳細については、P30を参照しご記入ください。

(4) エアスピンドル仕様

使用雰囲気	<input type="checkbox"/> 常温 <input type="checkbox"/> その他 ( )
	<input type="checkbox"/> 空气中 <input type="checkbox"/> 真空中 <input type="checkbox"/> その他 ( )
	<input type="checkbox"/> 粉塵中 <input type="checkbox"/> クーラント中 <input type="checkbox"/> その他 ( )
軸受への供給気体	<input type="checkbox"/> 空気 <input type="checkbox"/> その他 ( )
回転速度範囲	r/min~                  r/min
常用回転速度	r/min
位置決め制御	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無
位置決め精度	±秒
アースパッド	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無

(5) ドライバ仕様\* (リニア駆動方式)

EPEドライバ     EDDドライバ  
 備考 ( )

※ドライバ仕様の詳細については、P20を参照しご記入ください。

(6) 重点項目

NRRO (                  μm)     PRO (                  μm)     ジッタ (±                  %)

立ち上, 下時間 (立ち上                  秒, 立ち下                  秒)

輸出規制該非判定書     海外規制対応 ( )

その他 ( )

(7) その他

希望納期	
ロット数	
備考	

