

LM Guide 組立 solution with RENISHAW

Perfect LM 組立 Kit (特許技術適用)

LM Guide組立solution with RENISHAW

Perfect LM 組立Kit (特許技術適用)

A. Perfect LM 組立 solutionとは	03
B. 革新Point4つ	
B1. 真直度errorの改善効果	04
B2. 超長軸LMガイドの真直度の改善効果	06
B3. Yawingエラーの改善効果	08
B4. Gantry stageの制御が容易になる	10
C. Yawingエラーとは何か	
C1. Yawingエラーの物理的な意味	12
C2. Stack typeとsplit typeでYawingエラーの物理的な意味	14
C3. Gantry type stageでYawingエラーの物理的な意味	16
D. Perfect LM Laserの構成品	
D1. Perfect LM Laser S/W	18
D2. Renishaw XL80 Laser system	18
D3. Perfect LM60用の調整 JIG Kit	19
D4. Perfect LM80用の調整 JIG Kit	19
E. Stage構成別に測定方法及び注意事項	
E1. Stack type stageの測定方法	20
E2. Split type stageの測定方法	21
E3. Gantry type stageの測定方法	22
E4. お勧めの測定方法 及び 測定時の注意事項	23

A. Perfect LM 組立 solutionとは

LM 組立 solutionとは

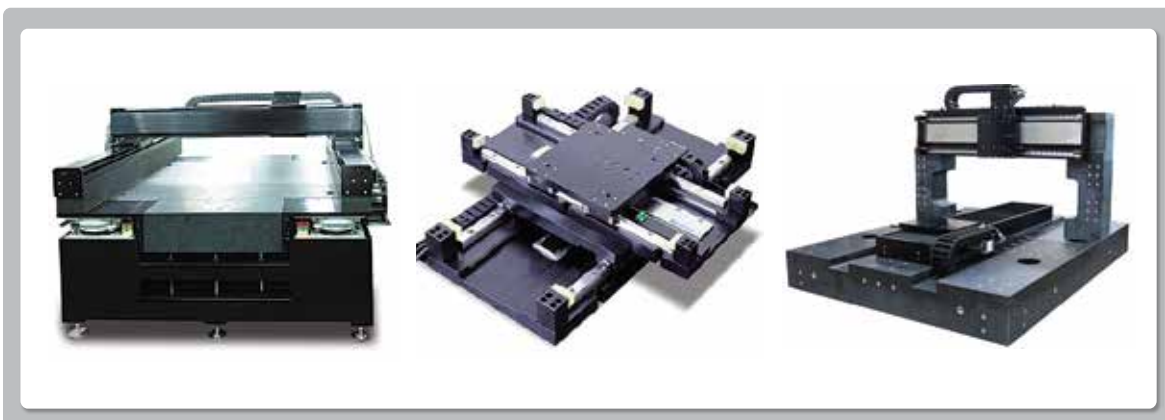
Perfect LM組立ソリューションは測定装置ではありません。測定後、LMガイドレールのBall軌道面の真直度がZeroになるようにLMガイドレールを矯正するためのツールまで提供するTotal solutionです。

Perfect LM組立ソリューションを使用して組み立てると

1. 真直度のエラー改善効果があります
2. Yawingエラーの改善効果があります
3. 超長軸LMガイドの真直度の改善効果があります
4. Gantry stageの制御が容易になります

Perfect LM組立ソリューションとは、2020年現在、韓国、アメリカ、日本で特許を取得した技術が適用されたsoftwareを利用及び組立治具を活用して組み立てる画期的な工法です。

Perfect LM組立ソリューションを利用すれば、誰でも簡単に1 μ m/1mの真直度を満足させるStageを組み立てることができます。



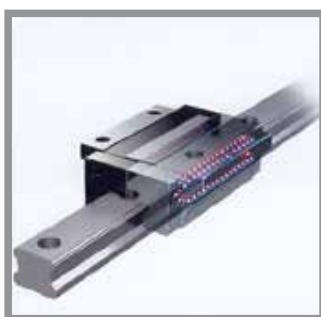
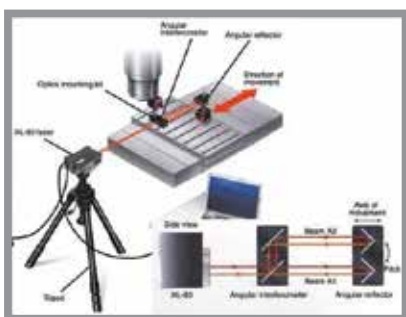
B. 革新Point 4つ

B1. 真直度Errorの改善効果

Perfect LM 組立solutionは、
LMガイドレールのBall軌道面を真直に組み立てて、LMガイドの
真直度を確実に改善する効果を発揮します。

Perfect LM 組立solutionは、
LM Guideメーカーが提示している走行平行度の範囲を超えるレベル
で組立が可能になり、超精密装置を製作することが可能になります。

Perfect LM 組立solutionを使えば、
Air floating stage水準の真直度を持つLM guide stageを
製作することが可能です。



実現可能な真直度のError spec.

Stroke	Solution適用時	既存方法*1
1m	1um以下	5um以上
5m	5um以下	25 um以上

参考(*1)

既存組立方法の場合

LM guide rail の長さが長い場合には、組立面の側面基準面に密着させて組立するため、組立面の側面基準面の加工真直精度に依存する傾向が大きくなります。

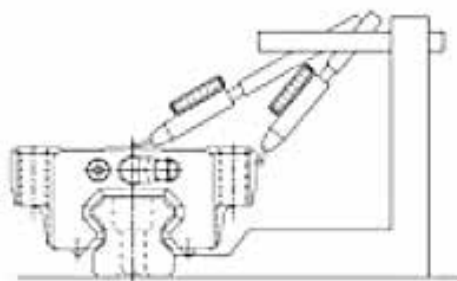
Perfect LM組立ソリューションは、LMガイドレールのBall軌道面を真直に組み立ててLMガイドの真直度を確実に改善する効果を発揮します。

(LMガイドレールの真直度=側面基準面の加工真直度+LMガイド走行平行度)



これだけは知って行きましょう

LMガイドの真直度spec.は提供されません



[図:LMガイドの走行平行度の測定方法]

但し、走行平行度のspec.は提供します。

実際、LMガイドは自分で真直ではなく、大きく曲がっている可能性があります。

(精密級の場合、通常7um/1,000mm)

Hint by 참테크

B2. 超長軸LMガイドの真直度の改善効果

Perfect LM組立solutionは、
長さ10m~20mの装置を真直度を確保しながら組み立て可能

Perfect LM組立solutionは、
従来, 実現できなかった超長軸LM guide systemを組み立てる方法をご提案します。
さらに、真直度を確保しながら組み立てることができる技術特許
取得したSoftwareに保存しておきました。

Perfect LM組立solutionは、
2つ以上複数のLM guiderailを組み立てることができる方法を提案しておきます。
特に、複数の間の平行度を確保しながら組み立てることのできるテクニック
技術特許を取得したSoftwareに保存しています。

Perfect LM組立solutionは、
Ball予圧の変動性を減らして、LM guide
の寿命を延長させる効果があります。

Perfect LM組立solutionは、
拠点の真直も組立方法と半分組立法を用いておりますので、超長軸の装備
組立の際、真直度を確保する方法と効果をご体験下さい。

[実現可能な真直度Error spec.]

Stroke	Solution適用時	既存方法*1
10m	10um以下	参考(*1)
20m以上	15um以下	参考(*1)

参考(*1)

既存組立方法の場合

LM guide rail の長さが長い場合には、組立面の側面基準面に密着させて組立するため、組立面の側面基準面の加工真直精度に依存する傾向が大きくなります。

Perfect LM組立ソリューションは、LMガイドレールのBall軌道面を真直に組み立ててLMガイドの真直度を確実に改善する効果を発揮します。

(LMガイドレールの真直度=側面基準面の加工真直度+LMガイド走行平行度)



これだけは知って行きましょう

テーブルを低速でまたは手で押して移動する場合、LM guide blockで転がる感じではなく、滑る騒音が聞こえるのはLMガイドレールの組み立てミスが原因となる場合がございます。特に、LM guideのEnd plateが破損する現象は、LMガイドレールの誤った組立が原因である可能性があります。

Perfect LM組立ソリューションは、LM guideのBall予圧の変動性を減らすことができ、LM GUIDEの騒音減少とともに寿命を著しく延長する効果が期待できるのです。

Hint by 참테크

B3. Yawingエラーの改善効果

Perfect LM組立ソリューションは、
真直度エラーの改善効果とともにYawing errorを改善してくれる
効果を発揮します。

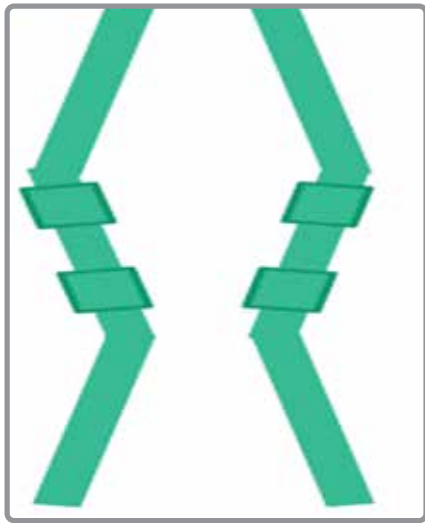
Perfect LM組立ソリューションは、
二つのLMガイドレールを線対称組立方式で組み立てられるようにソフ
トウェアが自動的に案内してくれる機能が含まれています。
この機能は特にYawing Errorを減らすのに大きな役割を果たし、
装備の精度向上に大いに役立つことになります。
(従来の平行組立法は、2つのLMレールを平行に組み立て、
Yawing Errorを発生させる原因になることがあります)

■ Yawing Error spec.

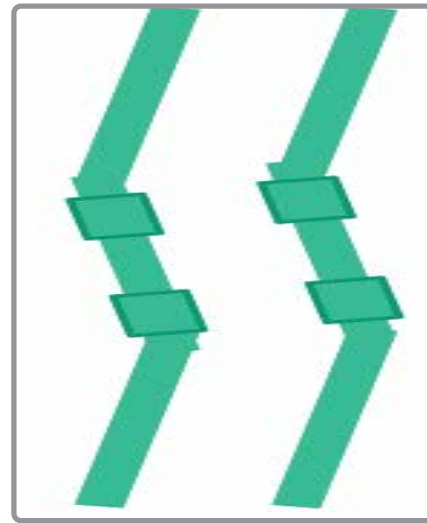
Stroke	Solution適用時	既存方法
1m	3 arc-sec 以下	6 arc-sec 以上
5m	3 arc-sec 以下	10 arc-sec 以上
10m	5 arc-sec 以下	資料なし
20m 以上	5 arc-sec 以下	資料なし

[真直度よりYawing Errorがもっと重要です!]

📍 これだけは知って行きましょう



[線対称組立方法]



[平行組立方法]

それぞれのLMレールが真直でなくても、Yawing Errorをzeroにすることが可能です。

Perfect LM組立ソリューションは、
これらの技法を選択できるよう、機能がプログラムに組み込まれています。
プログラムに沿って組み立てるだけでも、
組み立て精度が改善されるのを経験します。

ただしLMレールそれぞれの真直度が十分確保されているときのみ、
この方法を使う必要があります。真直度を確保する技法もまた、
Perfect LMソリューションに含まれています。

Hint by 참테크

B4. Gantry stageの制御が容易になる

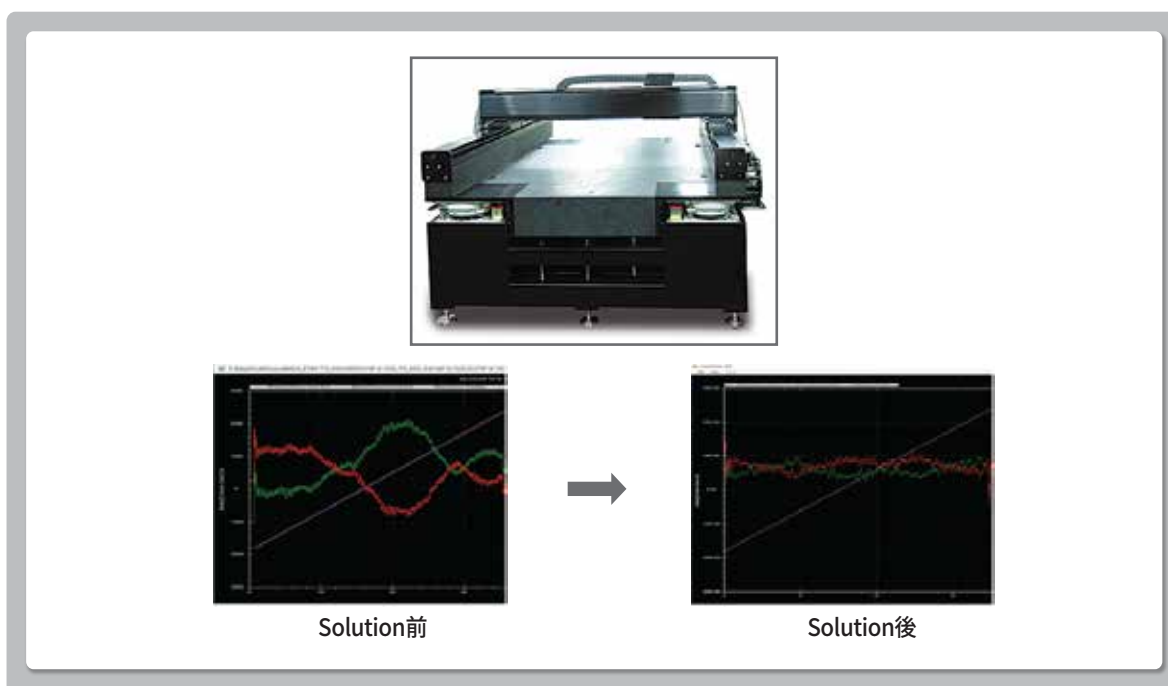
Perfect LMソリューションは、
Gantry stageで発生するほぼすべての問題点を削除することができます。

■ Gantry Stageで発生可能な問題点

1. 両モーターで互いに反対方向に負荷が発生し、モーターに過負荷が発生する問題
2. 特定の位置で高周波騒音が発生したり、微細な振動が発生する問題
3. 特定の位置でSettling timeが長くなったり、停止精度が悪くなったりする問題

■ Stack typeまたはSplit typeで発生可能な問題点

1. 直角度が変わりながら走行する問題が発生します。
2. 全体的にStageの2次元精度を確保するのが難しくなります。



Gantry Stageの左右側モーターの走行時,電流値の比較グラフのソリューション前後の比較

📍 これだけは知って行きましょう

■ Gantry StageでControl方式の概念

制御方式	概念	
Position Control	実装方法	両軸のLaser Encoder値をそのまま追従する方式
	短所	両軸のモーターが制御的に衝突し、過負荷発生の恐れがある
	克服方法	LMガイドの組立精度を高めることが究極の解決策である
Yaw Control	短所	LMガイドの組立精度が若干低下した場合に適用する方法で、Cross軸をねじって Master軸とSlave軸の負荷がほぼ同じになるように姿勢を整える制御方式
	特徴	Repeatabilityは確保可能であるが、2次元精度は下がる可能性がある
	特徴	Multi-head装置、Galvanometer装置、Line scan装置には、装置の精度が低下するおそれがあるため、使用しないことを推奨します。Glass master mappingを実行する装置は、Mapping効果を低下させることがあるので、適用しないことをお勧めします。
Yaw_ Open Control	実装方法	Cross軸の ねじれを自由に放置する制御方式
	短所	二次元精度とリピートビリティを共に低下させることができるので、使用しないことをお勧めします。
	特徴	制御担当者がYaw-open controlを使っているなら、機構の精度、特にLMガイドの組立精度がかなり低下する要因になるので、装置の精度とRepeatabilityを諦めて 駆動するだけのために選択した窮余の一策だと考えてください。

- 制御方式の選択は、LMガイドの組立精度によって決定され、システムの精度も決定されます。

■ Gantry StageでControl方式と精度の相関関係

制御方式	Yawing Error		二次元位置精度		システム精度
	範囲	反復性	範囲	反復性	
Position Control	0	0	0	0	0
Yaw Control	x	0	△	0	△
Yaw_ Open Control	x	x	x	x	x

- 制御方式の選択は、LMガイドの組立精度とシステム精度により決定されます。

システム全体を見る観点では、両軸のPosition controlをすることが最も良い方法です。この制御方法は、LMガイドの精密な組み立てが行われたときのみ可能です。また、Gantry軸にある2つのモーターが制御的に衝突して望む速度を出すことができなかったり、微細な振動及び高周波騒音が発生する場合、Perfect LMガイドの組立精度を改善することで解決が可能です。

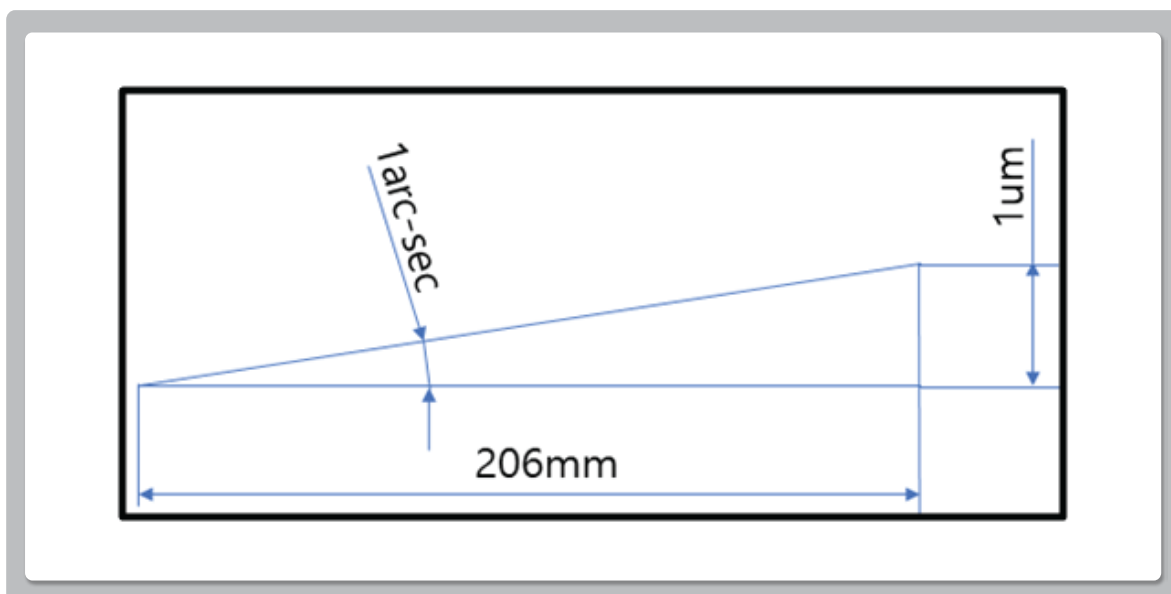
Hint by 참테크

C. Yawing Errorとは何か

C1. Yawing Errorの物理的な意味

Yawing Errorは、テーブルが動くことで発生する微細な姿勢変化を示す角度値であり、テーブルの左右側がお互いに異なる位置を移動させる現象を意味し、左右の真直度と関連性を持っている。結果的には位置精度エラーを大きくする影響を与えることになります。

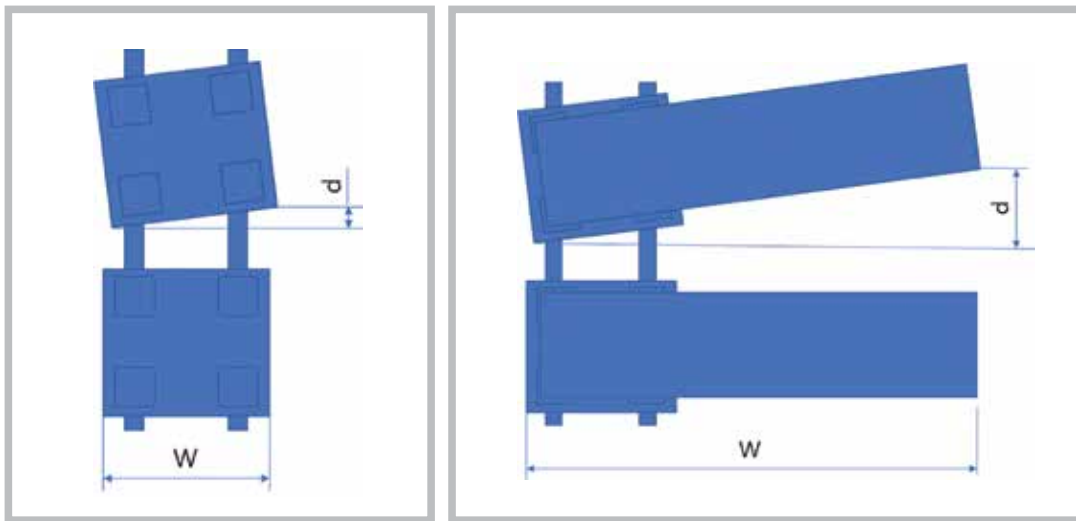
Perfect LMソリューションは、
真直度エラの改善効果とともに、Yawingエラーを改善してくれる効果を実現します。



Yawing Errorは角度単位で、幅が広くなるほど位置精度
つまり、位置精度に影響を多く及ぼし、その値は幅の大きさに比例することになります。
[幅206mmの場合、角度1arc-secはAccuracy 1μmの変化を誘発させます]

LM Guide 組立solution

Yawing Errorは
真直度エラーと発生原因は似ているが、
結果的には、位置精度のErrorにもっと大きな影響を与えます。



幅Wの変化によるAccuracy Error値が確認できる図例

*d値(単位: um)

Yaw Error \ w(mm)	200	1,000	2,000
1"	≈1	≈5	≈10
5"	≈5	≈25	≈50
10"	≈10	≈50	≈100
20"	≈20	≈100	≈200

[参考] 1" = 1 arc-second = $\left(\frac{1}{3600}\right)^\circ$ [角度単位]

d値は、Stageの左右で位置精度の差を示す重要な値です。

Hint by 참테크

C2. Stack typeとsplit typeで Yawingエラーの物理的な意味



Stack typeのStageは、工作物が動く 床の軸と2階の軸で構成されており、工具はCenter pointに固定された構造となっています。



Split typeのStageは、工作物が動く 床の軸と工具が動く 2階の軸で構成されています。

床の軸のYawing Errorは、X-Y軸の直角度を変化させます。

[直角度が変わりながら走行するということは、床の軸を基準に左右側のAccuracyが異なる値を持って走行するということです。つまり2次元Accuracyを確保することが難しくなります]

X-Y軸の直角度の組立公差を規制するときは、
必ず床の軸のYawing Errorも規制しなければなりません。
さらに、2層軸のYawing Error値も規制した方が良いでしょう。

Yawing Errorが大きい状態で組み立てられると、最初に設計者が意図した直角度の規制値より何倍も性能が落ちる装置になってしまいます。
結局、装置の2次元精度を低下させることになります。

Perfect LM組立ソリューションは、
Yawing Errorを最小化してくれる組立工法で、お客様の装置を最高の精度を持つ装置で組み立てることができるようお願いいたします。

[Yawing ErrorはStageの精度 (2次元Accuracy)を下げる]

これだけは知って行きましょう

装置の直角度は
 原点からX-Y軸の直角度値に底側のYawing Error値を
 合算したものと同一になります。

$$[\text{直角度(全範囲)} = \text{直角度(原点)} + \text{Yawing Error値(床の軸)}]$$

通常、um/mm値で規制する直角度値をarc-second値で
 換算すると以下の表の通りです。

直角度	Yawing Error
1um/500mm	0.4'(*1)
3um/500mm	1.2'(*1)
5um/500mm	2.0'(*1)

[参考] $1'' = 1 \text{ arc-second} = \left(\frac{1}{3600} \right)^\circ [\text{角道単位}]$

例) 直角度5um/500mmのStack type Stageで、床の軸がYawing Error 10"なら、
 直角度(全範囲)=直角度(原点)+Yawing Error値(床軸)=2"+10"=12"=30um/500mm
 程度で左右側のAccuracyが変化しながら走行するという意味です。

結果的に原点での直角度も重要だが、床の軸のYawing Errorがもっと重要です。

Perfect LM組立ソリューションは、
 特許を取得した組立工法によりYawing Errorを最大限減らしながら組立されるようサ
 ポートすることで、より精密なStageの製作が可能になります。

Hint by 참테크

C3. Gantry type stageでYawingエラーの物理的な意味



■ Gantry Type Stage

2つのGantry軸と1つのCross軸で構成され、工作物は床に固定され、工具がX、Y方向に動く形で構成されます。

Gantry type Stageでは、Stack typeやSplit type Stageとは異なり、Gantry軸のモーターが互いに反対方向に電流を流し、過負荷が発生する問題が現れます。

原因と過程	Yawing Errorが大きく組み立てられると、Gantry軸の二つのモーターが互いに反対方向に力が作動します。		
現状	1. モーターで過負荷発生	2. 高周波騒音が発生	3. 静止精度の低下
結果	超精密なStage制作が難しくなる		
解決策	Gantry軸のYawing Errorを減少させるPerfect Perfect LM組立ソリューションを利用してLMガイドを組み立てることで解決できます。		

■ Yawing Control方式の適用時の主な短所(11page参照)

Application	発生現象
各種検査装備	2次元精度を必要とする装備で精度が低下することがあります。
Line-Scan 装備	ScanningしたLineの平行度が損傷し、映像の合成が不可能になることがあります。
Muti-Head 装備	複数のHeadから精度を同時に確保することが困難です
Galvanometer 装備	Galvano calibrationがCross軸のねじりによりMapping効果を減少させます。

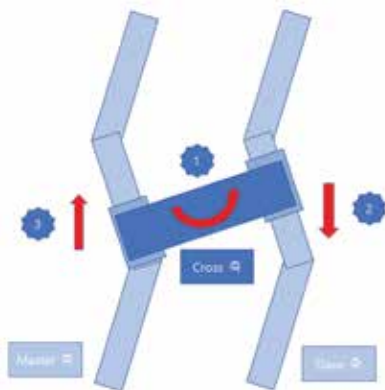
Perfect LM組立ソリューションをお使いになると

このような現象の原因は取り除くことができ、超精密なStageの製作が容易になります。

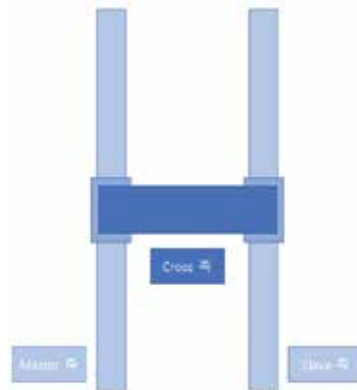
[Gantry軸の両モーターの制御的な衝突を誘発させ、過負荷または振動などを発生させることになります]

📍 これだけは知って行きましょう

Gantry_StageでYawing_Errorの物理的な意味は何ですか?



[組み立てが悪い場合]



[組み立てが良い場合]

順序	軸	現象	原因または結果
原因	Master 軸	Yawing Error	LMガイドの組立不良
過程1	Cross 軸	Yawing 方向の歪み発生	
過程2	Slave 軸	Positioning Error発生	電流投入 (位置エラーを克服する方向)
過程3	Master 軸	Positioning Error 発生	電流投入 (Slave軸と反対方向)
結果	Master 軸 & Slave 軸	相争う現象発生	モーターの過負荷、騒音、振動発生

Gantry type Stageにおいて両モーターの制御的な衝突現象をYaw controlやYaw open controlを適用して解決する方法は、System Accuracy 及びRepeatabilityの観点では最善の選択とはなりません。その理由はpage11をご参照ください。

Gantry StageでControl方式の概念及び特徴: [cat. 11page参照](#)

Perfect LM組立ソリューションは特許を取得した組立工法によりYawing Errorを最大限低減して組立できるようサポートし、Gantry stageのPosition Controlが可能です。

Hint by 참테크

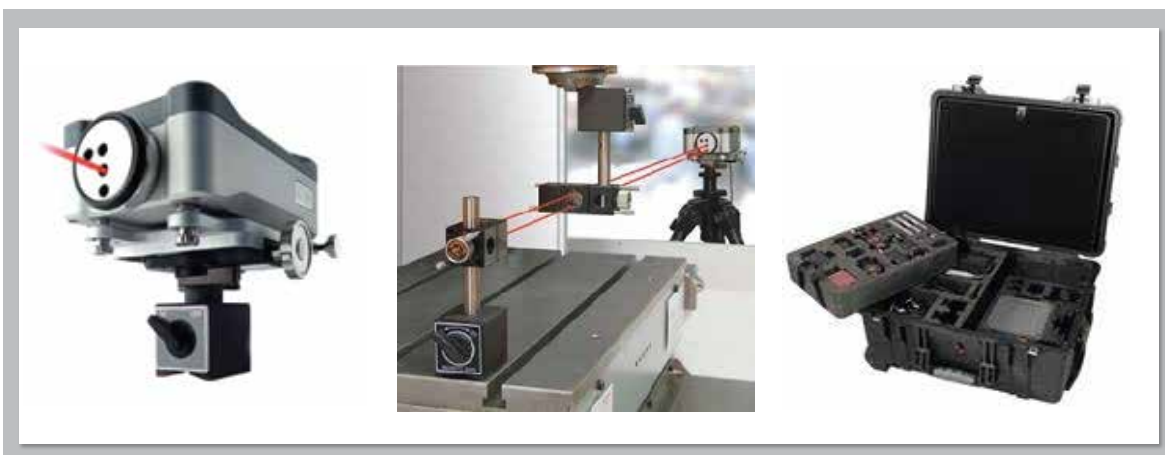
D. Perfect LM Laserの構成品

D1. Perfect LM Laser Software

韓国、米国、日本の特許取得、中国の特許出願中(2020年基準)



D2. Renishaw XL80 Laser System



D3. Perfect LM60用の調整 JIG Kit



モデル	数量	寸法(mm)	重さ(kg)
1. 60L-480	1ea	490x100x15	4.3kg
2. 60M-240	1ea	260x100x15	2.2kg
3. 60S-120	1ea	140x100x15	1.3kg
4. SP60H	2ea	60x80x15	0.4kg
5. LM15-60	2ea	50x70x10	0.2kg
6. LM20-60	2ea	60x70x10	0.3kg
7. LM25-60	2ea	61x70x10	0.4kg
8. AJ15	1ea	260x55x40	2.2kg
9. AJ20	1ea	260x60x40	2.4kg
10. AJ25	1ea	260x65x45	2.7kg
11. 60用ケース	1ea	940x380x100	8.7kg

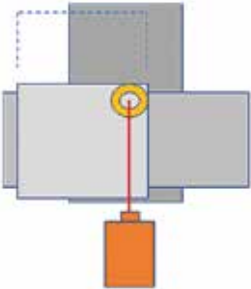
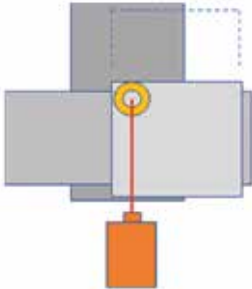
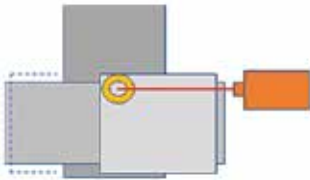
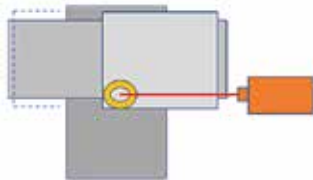
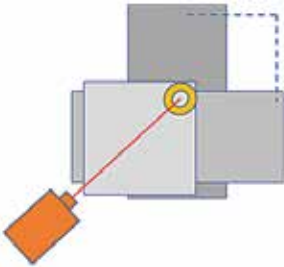
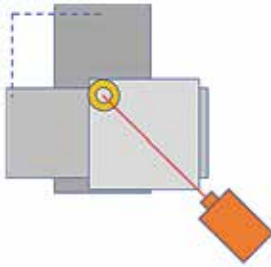
D4. Perfect LM80用の調整 JIG Kit



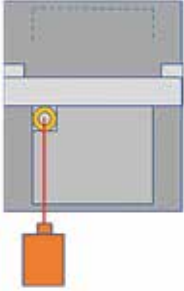
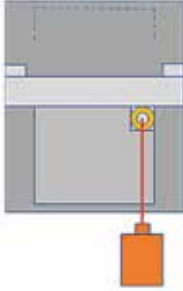
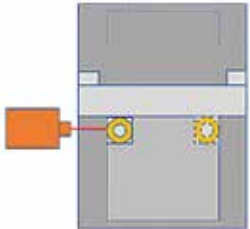
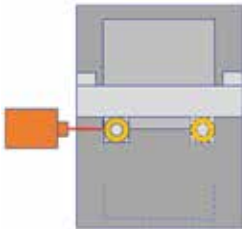
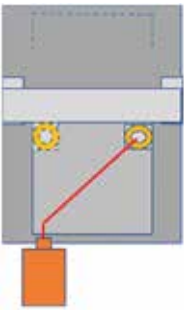
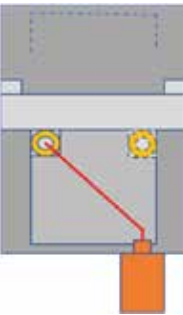
モデル	数量	寸法(mm)	重さ(kg)
1. 80L-640	1ea	660x100x15	6.0kg
2. 80M-320	1ea	340x100x15	3.2kg
3. 80S-160	1ea	180x100x15	1.9kg
4. SP80H	2ea	60x100x15	0.6kg
5. LM30-80	2ea	80x100x15	0.9kg
6. LM35-80	2ea	90x102x15	0.9kg
7. AJ30	1ea	340x72x55	5.1kg
8. AJ35	1ea	340x80x60	5.9kg
9. 80用ケース	1ea	940x380x100	8.7kg

E. Stage構成別お勧めの測定方法と注意点

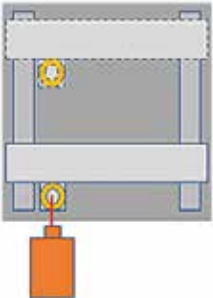
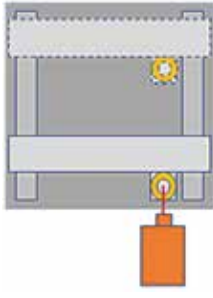
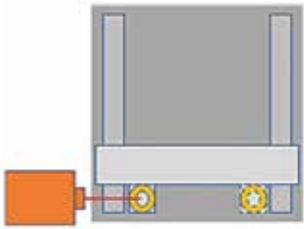
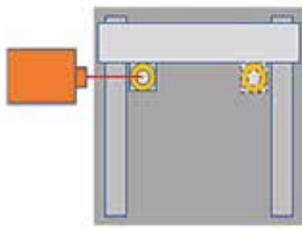
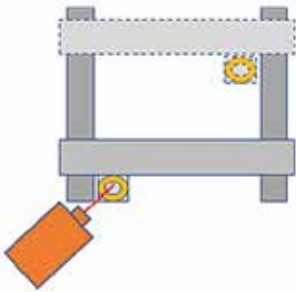
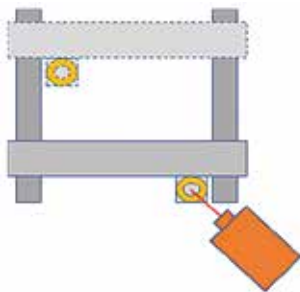
E1. Stack Type Stageの測定方法(Mappingの際にご参照ください)

床軸 両所で		
	2層軸を原点付近で測定します	2層軸を+リミット付近で測定します
	上の2カ所で測定した精度が似ていなければなりません	
2層軸 両所で		
	床軸を原点付近で測定します	床軸を+リミット付近で測定します
	上の2カ所で測定した精度が似ていなければなりません	
直角度 測定		
	対角線A距離	対角線B距離
	(対角線A距離) - (対角線B距離)の値が小さいほど直角度が良いです	

E2. Split type Stageの測定方法(Mapping時にも参照のこと)

床軸 両所で		
	2層軸を原点付近で測定します	2層軸を+リミット付近で測定します
	上の2カ所で測定した精度が似ていなければなりません	
2層軸 両所で		
	床軸を原点付近で測定します	床軸を+リミット付近で測定します
	上の2カ所で測定した精度が似ていなければなりません	
直角度 測定		
	対角線A距離	対角線B距離
	(対角線A距離) - (対角線B距離)の値が小さいほど直角度が良いです	

E3. Gantry type Stageの測定方法(Mapping時に参考)

床軸 両所で		
	2層軸を原点付近で測定します	2層軸を+リミット付近で測定します
	上の2カ所で測定した精度が似ていなければなりません	
2層軸 両所で		
	床軸を原点付近で測定します	床軸を+リミット付近で測定します
	上の2カ所で測定した精度が似ていなければなりません	
直角度 測定		
	対角線A距離	対角線B距離
	(対角線A距離) - (対角線B距離)の値が小さいほど直角度が良いです	

E4. お勧めの測定方法 及び 測定時の注意事項

測定項目	お勧め測定方法	測定時の注意点
位置精度 (Accuracy)	10~20分割間隔で 1回往復測定	干渉計: 固定 反射鏡: 移動
繰返し精度 (Repeatability)	3~5分割間隔で 5回往復測定	
ヨーイングエラー (Yawing Error)	10~20分割間隔で 3回往復測定	
左右真直度 (Straightness)	10~20分割間隔で 3回往復測定	干渉計: 移動 反射鏡: 固定
直角度 (Orthogonality)	対角線距離比較法	対角線A - 対角線B

(参考:直角オプティクスの使用法は、分析及び装備の精度改善が容易ではありませんので推奨できません)

これだけは知って行きましょう

お客様がたった一度の測定で精密X-Yステージの精度を評価するように言われたら...

対角線方向に10~20分割間隔で
5回往復測定して、Accuracyと繰返し精度を確認してみます。

一度の測定で真直度、直角度、反復精度、2次元位置精度まで
一度に分析と評価が可能です。

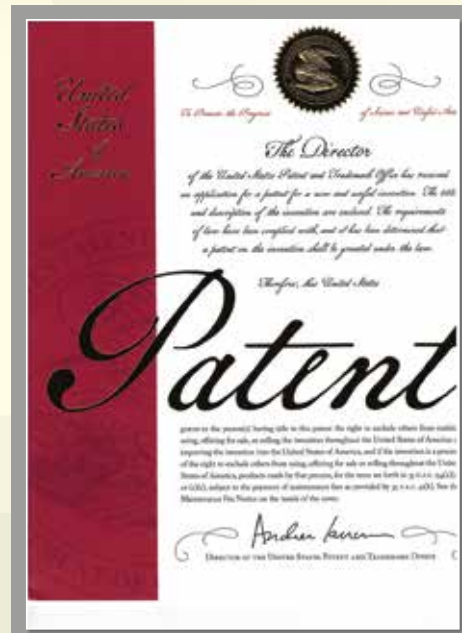
Hint by 참테크

弊社ではお客様のために多様なサービスを提供しています

- 高いレベルの測定方法に関する教育サービス
- Perfect LM組立ソリューションの外注サービス
- 精密測定サービスおよび2次元マッピングサービス



特許証(大韓民国)



特許証(アメリカ)



特許証(日本)



特許証(中国)