

NACHI
**TECHNICAL
REPORT**
Machining

Vol. **13**B1
June/2007

マシニング事業

マシナリー
油圧

■ 新商品・適用事例紹介

液晶導光板金型用プリズム溝加工機

「ナノグルーバ AMG62P」

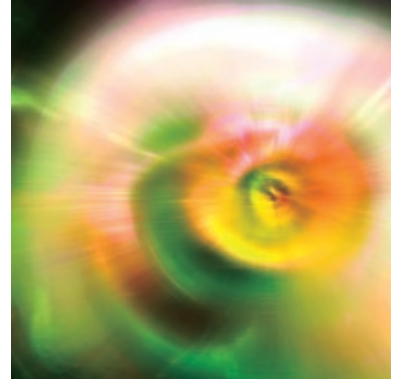
Ultra-Precise Prism Groove Cutting Machine
"NANO GROOVER AMG62P"

〈キーワード〉 液晶ディスプレイ・導光板・油静圧ねじ
プレーナ加工・リニアフレネル

機械工具事業部／プレジジョン製造所技術開発部

阿閉 克彦

Katsuhiko Atoji



要 旨

携帯電話や液晶テレビはますます軽量、薄型、省電力化が求められ、それに使われる導光板やプリズムシートなどの金型加工への要求も厳しさを増している。

ナノグルーバAMG62Pは、NACHI独自の油静圧技術をはじめ、リニアモーターの制御技術、制振技術の向上、油静圧スライドの軽量化、コラムの高剛性化などにより、微細な溝加工の高精度化、高効率化、自由曲線溝への対応に大きく貢献できる。

従来品と比較して送り速度が約1.7倍(20m/min)の高速送りを実現し、15インチサイズで加工時間が従来比57%を達成している。

Abstract

A lightweight, thin cell phone and LCD TV with low energy consumption have been increasingly in demand. The requirements for the machining of dies for optical waveguides and prism sheets have become increasingly stricter as well.

Nano Groover AMG62P is a product of converged technologies such as linear motor control, improved vibration control and the manufacturing of a light-weight hydrostatic slide and highly rigid columns including our own NACHI hydrostatic technology. It can successfully perform microscopic groove cutting with higher precision, higher efficiency and a free-curve groove cutting function.

A high-speed feeding of 20m per minute is achieved, showing approximately 1.7-fold of the previous speed. The machining time is 57% shorter than that of the previous product for the material of 15 inches in size.

1.自由曲線溝が求められる液晶導光板

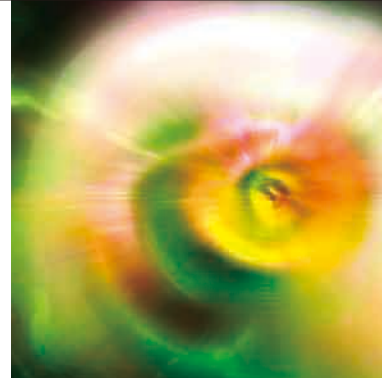
携帯電話、テレビ、ノート型パーソナルコンピューター、カーナビゲーションシステム用のディスプレイとして、液晶ディスプレイが普及してきている。導光板は、1本のランプまたは複数個のLEDで画面全体を均一に照らす機能を持ったキーパーツとして、バックライトユニットの中に図2に示すように組み込まれている。液晶画面を均一に明るくする導光板の役割と効果を、図3に示す。

導光板は、光源からの距離に応じてV溝の角度、深さを変化させた最適な光学設計により、画面全体を均一に照らしている。

軽量、薄型、省電力化、量産性が求められるテレビ、ノート型パーソナルコンピューターなどの液晶ディスプレイの部品である導光板の金型は、これまで主流であった直線溝加工から、直線のクロスカット、SIN溝、曲線溝などの複雑なパターンの加工や溝深さのばらつき低減、V溝斜面の面粗さ向上、加工時間の短縮が要求されている。



図1 ナノグルーバ AMG62P



要 旨

携帯電話や液晶テレビはますます軽量、薄型、省電力化が求められ、それに使われる導光板やプリズムシートなどの金型加工への要求も厳しさを増している。

ナノグルーバAMG62Pは、NACHI独自の油静圧技術をはじめ、リニアモーターの制御技術、制振技術の向上、油静圧スライドの軽量化、コラムの高剛性化などにより、微細な溝加工の高精度化、高効率化、自由曲線溝への対応に大きく貢献できる。

従来品と比較して送り速度が約1.7倍(20m/min)の高速送りを実現し、15インチサイズで加工時間が従来比57%を達成している。

Abstract

A lightweight, thin cell phone and LCD TV with low energy consumption have been increasingly in demand. The requirements for the machining of dies for optical waveguides and prism sheets have become increasingly stricter as well.

Nano Groover AMG62P is a product of converged technologies such as linear motor control, improved vibration control and the manufacturing of a light-weight hydrostatic slide and highly rigid columns including our own NACHI hydrostatic technology. It can successfully perform microscopic groove cutting with higher precision, higher efficiency and a free-curve groove cutting function.

A high-speed feeding of 20m per minute is achieved, showing approximately 1.7-fold of the previous speed. The machining time is 57% shorter than that of the previous product for the material of 15 inches in size.

1.自由曲線溝が求められる液晶導光板

携帯電話、テレビ、ノート型パーソナルコンピューター、カーナビゲーションシステム用のディスプレイとして、液晶ディスプレイが普及してきている。導光板は、1本のランプまたは複数個のLEDで画面全体を均一に照らす機能を持ったキーパーツとして、バックライトユニットの中に図2に示すように組み込まれている。液晶画面を均一に明るくする導光板の役割と効果を、図3に示す。

導光板は、光源からの距離に応じてV溝の角度、深さを変化させた最適な光学設計により、画面全体を均一に照らしている。

軽量、薄型、省電力化、量産性が求められるテレビ、ノート型パーソナルコンピューターなどの液晶ディスプレイの部品である導光板の金型は、これまで主流であった直線溝加工から、直線のクロスカット、SIN溝、曲線溝などの複雑なパターンの加工や溝深さのばらつき低減、V溝斜面の面粗さ向上、加工時間の短縮が要求されている。



図1 ナノグルーバ AMG62P

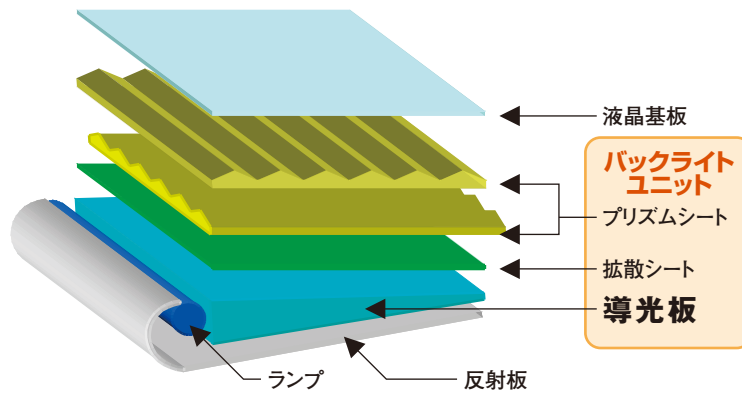


図2 液晶ディスプレイの構造(ノートパソコンの場合)

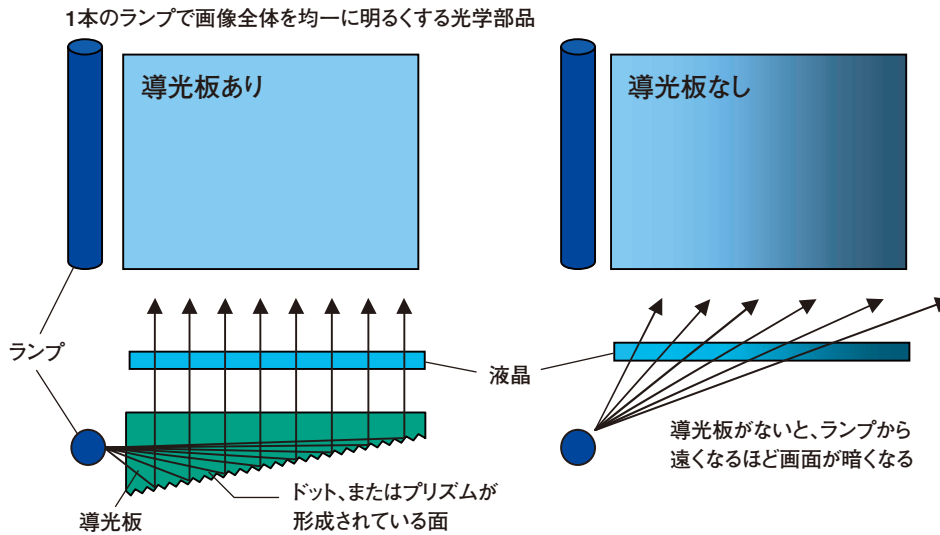


図3 導光板の役割

2. 高剛性構造と高精度加工のメカニズム

1) 機械構造

ナノグルーバAMG62Pは、高い熱剛性が得られる対称形の門型構造を採用した。装置構成を、図4に示す。

高剛性コラムとY軸スライド、Z軸スライドを門の側面に配置し、力の流れループ長である刃先とスライドの距離を短縮して高い直進性と剛性を実現した。^{※5}

X軸スライド、Y軸スライド、Z軸スライド、A軸テーブル、工具C軸の軽量化やY軸スライドとZ軸スライドの低重心化、アクティブ除振台の制振技術の向上で、振動を低減し、加減速時間の短縮、高速送りを実現した。^{※6}

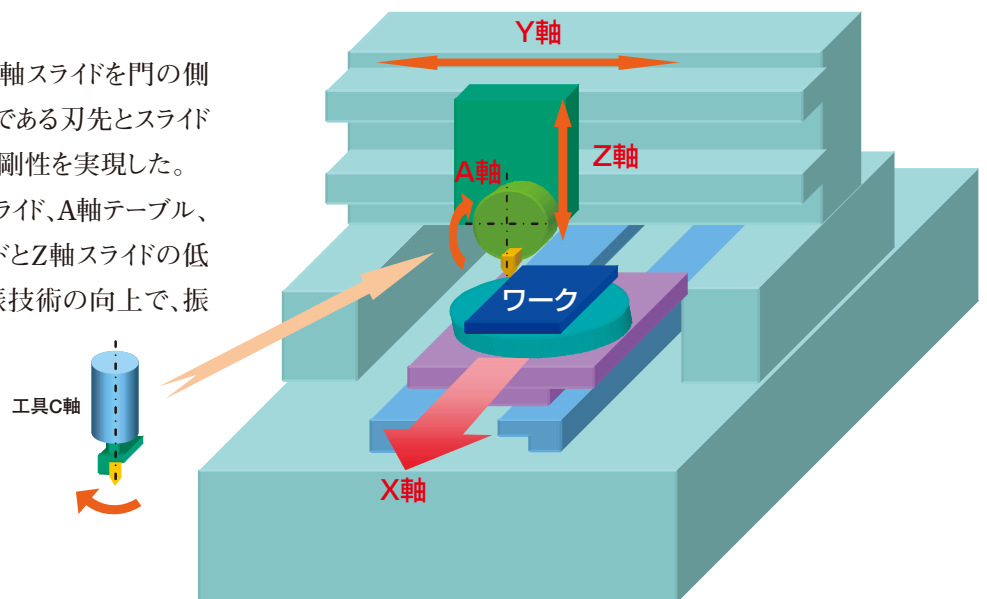


図4 装置構成

2) 高精度と高い生産性を可能にする油静圧スライド(X軸、Y軸、Z軸)

AMG62Pは、ワークを搭載したX軸スライドと、工具を取り付けたA軸テーブルまたは工具C軸を搭載したZ軸スライドとY軸スライドが合成された動きで直線溝、曲線溝の加工を行なう。

溝深さバラツキの低減に必要なZ軸には、高い位置決めと外乱に対する安定性が得られる油静圧ねじとし、高速送りが求められるX軸、Y軸には、リニアモーターを採用した。これは、世界で唯一、NACHI独自の導光板加工に最適な軸構成である。

X軸スライドとY軸スライドは1nm、Z軸スライドは0.035nmの高い分解能のスケールで、NCの処理速度の高速化をはかり、高い制御分解能を実現した。

AMG62Pは、リニアモーターと油静圧ねじの特長を最大限に活かし、高精度で、かつ高生産性を可能にした。

3) 高い制御分解能のA軸テーブル

A軸テーブルは、搭載した工具を加工する溝の傾きにあわせて旋回し、不等ピッチ直線溝、溝深さ可変直線溝、角度可変直線溝など、多種の溝断面形状に対応する回転機構である。A軸外観、加工ワーク例を、図5に示す。

A軸テーブルとして、剛性の高い油静圧軸受方式を採用し、0.0000275°という高い制御分解能で高精度な刃先の位置決め精度を実現した。

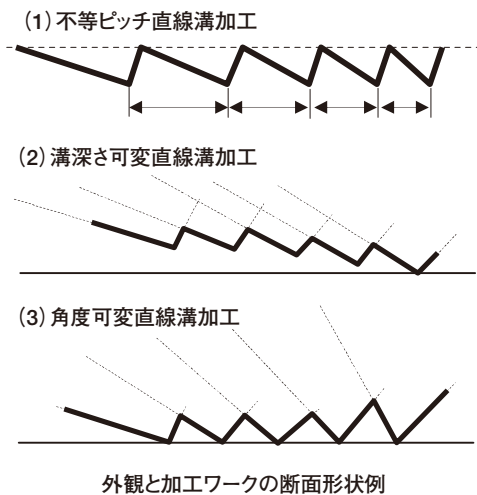


図5 A軸 (角度可変溝加工用)

4) 曲線溝加工を可能にする工具C軸

工具を搭載する工具C軸は、加工する曲線溝の進行方向に旋回し、正弦波状の溝や同真円状の溝や楕円状の溝など、多種の曲線溝加工に対応する回転機構である。図6に、C軸外観と、加工ワーク例を示す。

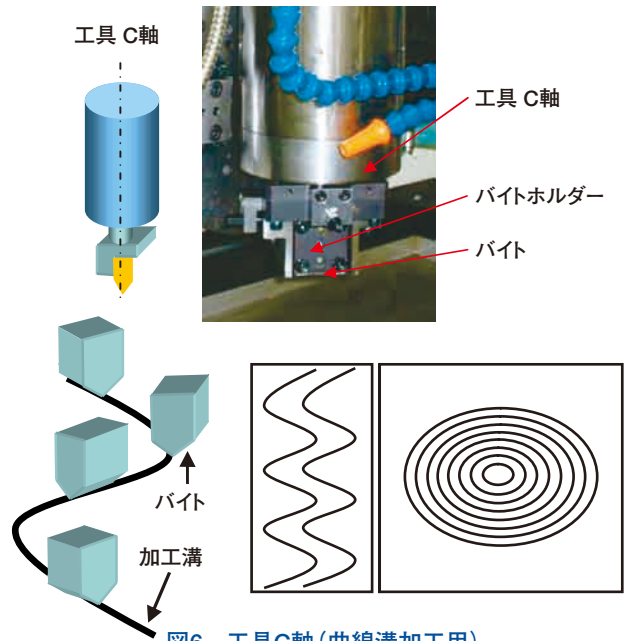
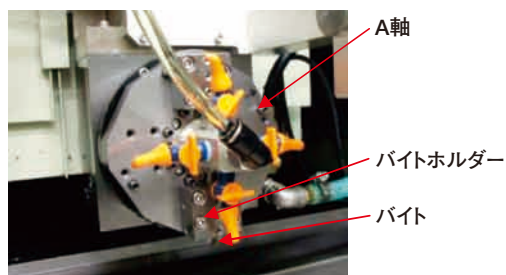
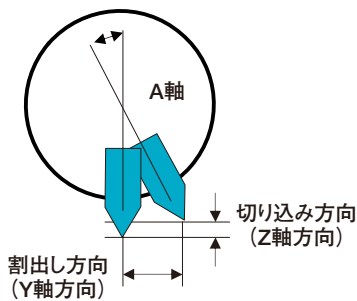


図6 工具C軸 (曲線溝加工用)



3. 高能率・高精度の曲線溝加工を実現

液晶導光板の高精度化、高能率化、曲線溝加工の要求に応える導光板金型用プリズム溝加工機「ナノグルーバ AMG62P」の特長を示す。

(1) 高能率化

機械の軽量化や高剛性化などで、X、Y軸の送りを20m/minに高速化し15インチサイズの金型加工時間をNACHI従来機比57%と短縮。プレーナ加工を高能率化した。

(2) 加工面状態

スライドと加工点の距離短縮で加工時間の短縮を行ない、熱剛性を向上し室温変化などの外乱の影響を低減。導光板全域に均一で安定した鏡面が得られる。

(3) 高精度加工

スケールの高分解能化、Z軸の位置決め精度の向上、A軸テーブル・工具C軸の高剛性化、高分解能化で、プリズムの山高さのばらつき精度を向上した。

(4) 曲線溝加工

X軸スライド、Y軸スライドの送り速度の向上、NCの高速・高精度な処理、曲線溝加工用ソフトウェアの開発で、携帯電話の導光板用金型に多い曲線溝加工に対応可能。

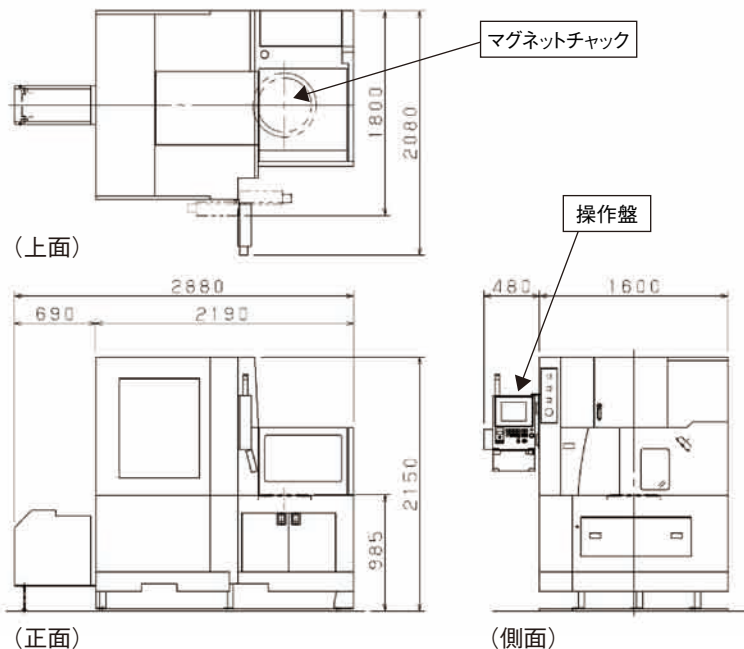
4. 主な仕様

最大ワークサイズ:540×540 (mm) [24 インチ (16:9), 26 インチ (4:3)]

ワーク重量 :1470 (N) 以下

	X軸	Y軸	Z軸	A軸	工具C軸
最大ストローク	750mm	600mm	100mm	無限回転	無限回転
最高速度	20m/min	20m/min	1m/min	30rpm	60rpm
分解能	1nm	1nm	0.035nm	0.0000275°	0.0001°
軸受方式	油静圧	油静圧	油静圧	油静圧	油静圧
駆動方式	コアレスリアモーター	コアレスリアモーター	ACサーボ+油静圧ねじ	ACサーボ	ACサーボ
真直度 (垂直面内)	0.4μm/540mm	0.4μm/540mm	0.5μm/100mm	—	—
位置決め精度	±1μm以下/540mm	±1μm以下/540mm	±0.5μm以下/100mm	—	—

加工機本体
外形/寸法 (単位:mm)



5. 導光板金型の加工実例

1) A軸角度可変加工

A軸を用いた溝角度可変加工は、溝の角度や溝ピッチ、溝深さを変化させることが可能であり、薄型で凹・凸レンズと同じ役割をもたせたりニアフレネルとして液晶バックライトの光学素子の金型加工に用いられている。

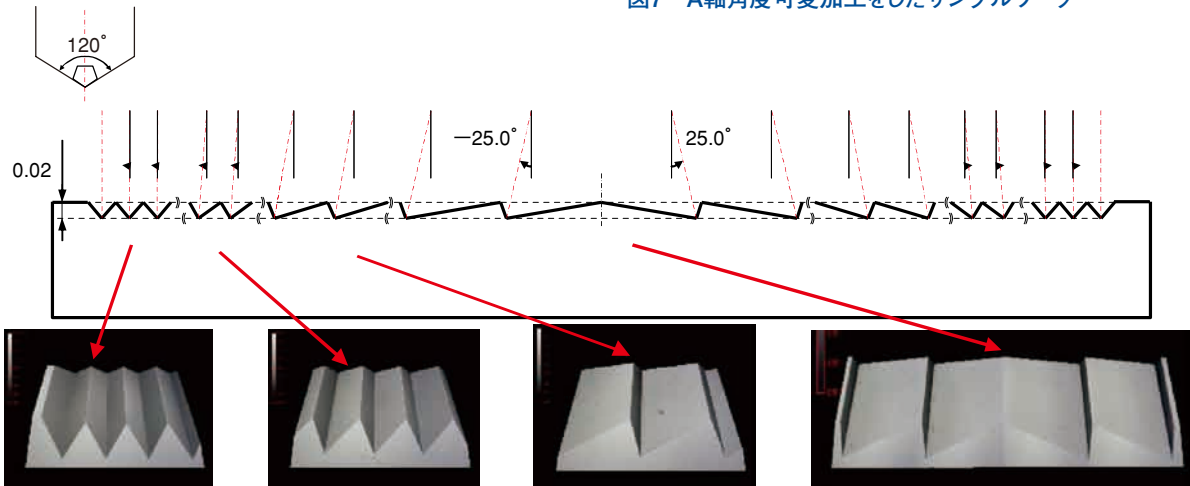
この加工は、溝ごとにプリズム形状が異なるため、バイトの角度(A軸の角度)を変え、Y軸とZ軸方向のズレ量を補正して加工する。加工する際の相対位置決め精度の向上が重要となる。図8は、 $0^{\circ} \sim -25^{\circ}$ 、 $25^{\circ} \sim 0^{\circ}$ の範囲を1溝毎に、 0.1° ピッチで角度を変えながら、各溝底、プリズム頂点が同一高さとなるように、不等溝間ピッチで加工した事例である。

加工条件

金 型: STAVAX+Ni-Pメッキ
 工 具: 単結晶ダイヤモンドバイト V120
 切り込み: $1\mu\text{m/pass}$ (最終 $0.5\mu\text{m}$)
 送り速度: 6m/min
 A軸角度: $\pm 25^{\circ}$ (0.1° 刻み)
 ピ ッ チ: 可変(溝底、山高さ一定)



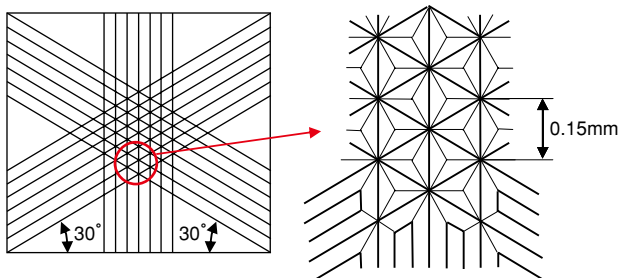
図7 A軸角度可変加工をしたサンプルワーク



プリズム面にビバリがなく平滑であり、溝の稜線に“バリ”や“かえり”のない良好な加工面性状が得られる。

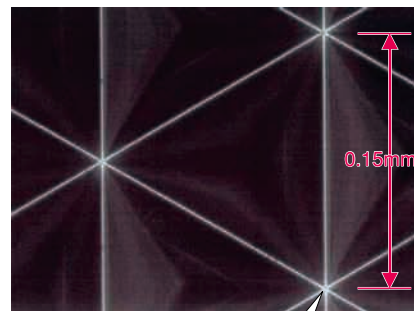
図8 A軸角度可変加工ワークのレーザー顕微鏡写真

2) 3方向クロスカット



加工条件

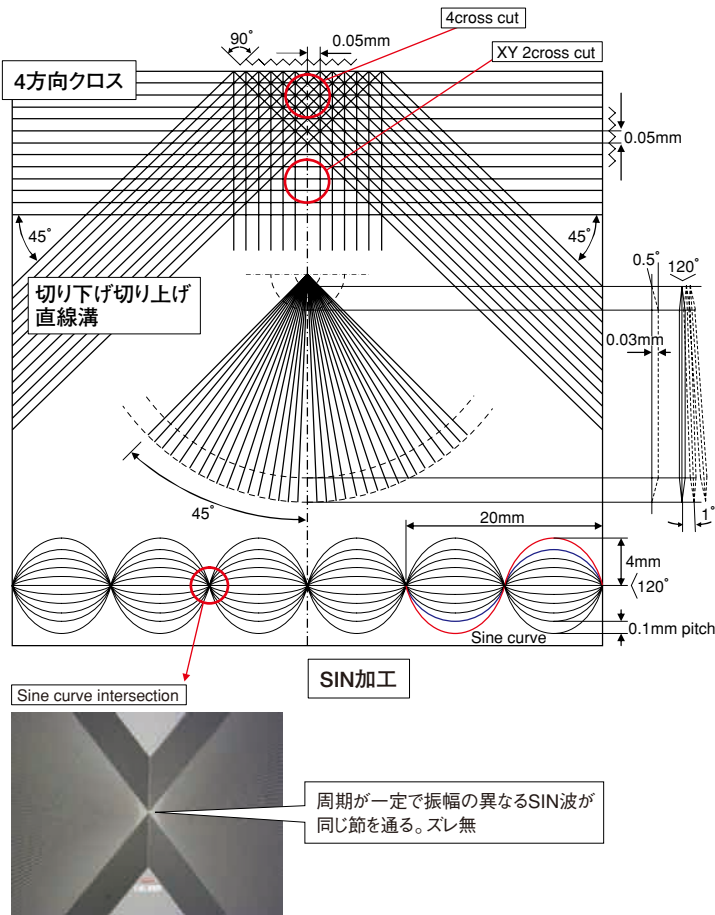
金 型: STAVAX+Ni-Pメッキ
 工 具: 単結晶ダイヤモンドバイト V70
 切り込み: $5\mu\text{m/pass}$ (最終 $1\mu\text{m}$)
 送り速度: 6m/min
 ピ ッ チ: 0.15mm



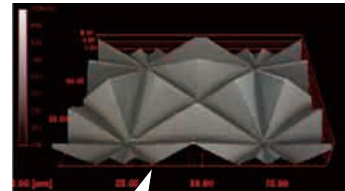
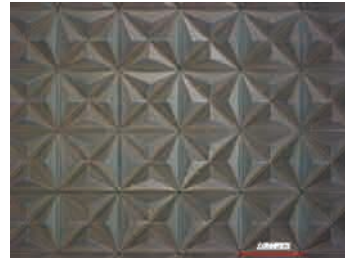
V溝底が一致する。
 ピラミッド頂点のスレがない。
 稜線部にバリの発生がない。

図9 3方向クロスカット加工ワークのレーザー顕微鏡写真

3) 4方向クロスカット、切り下げ切り上げ付きの直線溝加工、SIN加工

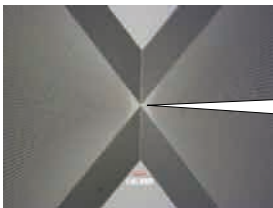


4方向クロスカット



V溝底が一致する。
ピラミッド頂点のスレがない。
稜線部にバリの発生がない。

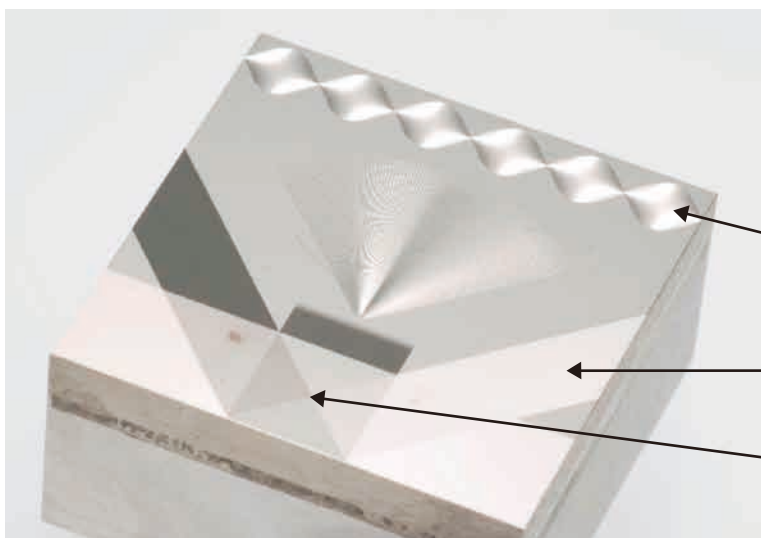
SIN加工



周期が一定で振幅の異なるSIN波が
同じ節を通る。スレ無

加工条件

金 型: STAVAX+Ni-Pメッキ
工 具: 単結晶ダイヤモンドバイト
送り速度: 6m/min
SIN加工の: 0.5m/min
送り速度



SIN加工

切り下げ切り上げ付き
直線溝加工

4方向クロスカット

図10 4方向クロスカット、切り下げ切り上げ付きの直線溝加工
SIN加工をしたサンプルワーク

5. おわりに

ナノグレーバAMGシリーズは、AMG62Pの他に2機種を用意し、画面サイズ別に最適な機種を選択できる。

AMG71P:最大32インチまでの大画面テレビ用として
導光板以外の光学素子にも対応

AMG62P:最大24インチまでのパソコンモニターなど
の中型液晶ディスプレイ用に対応

AMG42P:最大17インチまでの携帯電話やPDA、ノート
パソコン用に対応

※71の意味は32インチ画面(16:9)の有効幅である。

いずれの機種も、油静圧ねじ・リニアモーター・油静圧スライドを採用。超精密で高能率な加工を実現し、機械的な精度劣化がなく、運用コストに大きく貢献できる。

これまでデジタル家電市場で培ってきたナノレベルの超精密加工技術、機上計測技術、機械要素・制御技術をさらに高め、今後市場の成長が期待される超精密金型加工システムの高精度、高能率加工のニーズに応じていく。

用語解説

※1 自由曲線溝

従来の導光板の溝は直線溝が主流であったが、液晶ディスプレイの軽量化、薄型化、鮮明化、省電力化の要望により、円弧やSIN波、楕円などさまざまな曲線溝が必要となってきた。
自由曲線溝加工ソフトは、加工したい自由曲線溝の点列データを読み込み、加工条件を入力してNCプログラムを作成するソフトである。

※2 直線のクロスカット

直線の交点をあわせるように、3、または、4方向から行なうV溝加工加工面に三角錘状の突起が残り、拡散板用金型の表面に加工される。

※3 SIN溝

正弦波の形をした曲線溝。

※4 曲線溝

曲線の形をした溝。SIN溝、楕円溝、円弧溝などがある。
液晶の省電力化の導光板金型の表面に加工される。

※5 力の流れループ長

工具からワーク間の工作機械内の力が伝わる経路の長さをいう。
力が伝わる経路は始点と終点が閉じた線となるため、力のループ長と呼ばれる。ループ長を短くし、結合部を少なくすることにより、機械剛性を高く設計できる。

※6 アクティブ除振台

アクティブ除振台は、機械の振動情報を加速度センサーと変位センサーで取り込み、機械がうけている振動とは逆向きに制御された信号でアクチュエータを駆動させ、振動を低減させる装置である。機械の姿勢変化を小さくできる、振動減衰を速くできるという利点がある。

※7 リニアフレネル

リニアフレネルレンズは、かまぼこ状の凹または凸レンズと同じ役割をもたせながら平面状にしたレンズで、光を一方向だけ集光または拡散できる。リニアフレネルレンズにすることで、レンズを軽量・薄型化できる。

関連記事

1) 牧野哲也：液晶ディスプレイ光学素子金型加工機「ナノグレーバAMG92P」
NACHI-BUSINESS news Vol.2 B2、February/2004

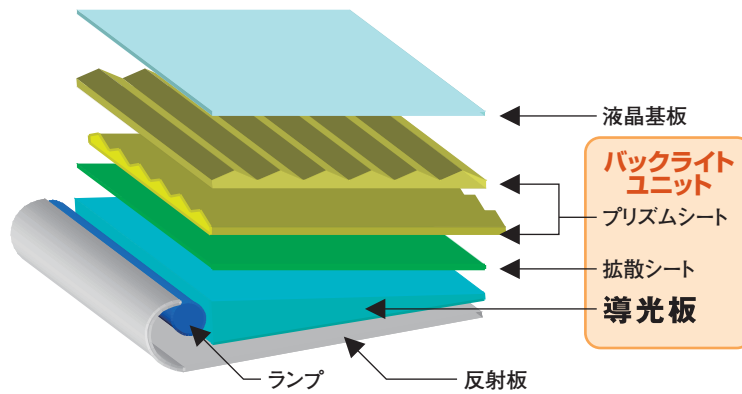


図2 液晶ディスプレイの構造(ノートパソコンの場合)

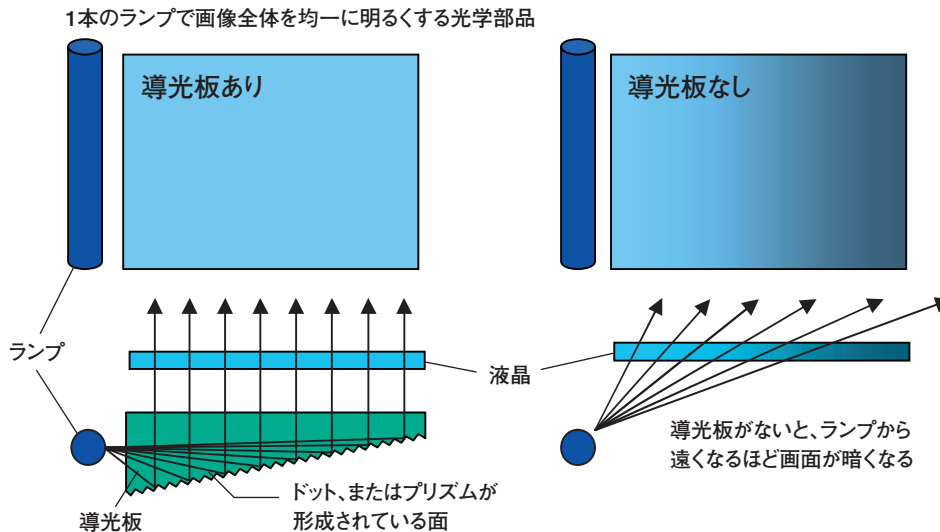


図3 導光板の役割

2. 高剛性構造と高精度加工のメカニズム

1) 機械構造

ナノグルーバAMG62Pは、高い熱剛性が得られる対称形の門型構造を採用した。装置構成を、図4に示す。

高剛性コラムとY軸スライド、Z軸スライドを門の側面に配置し、力の流れループ長である刃先とスライドの距離を短縮して高い直進性と剛性を実現した。

X軸スライド、Y軸スライド、Z軸スライド、A軸テーブル、工具C軸の軽量化やY軸スライドとZ軸スライドの低重心化、アクティブ除振台の制振技術の向上で、振動を低減し、加減速時間の短縮、高速送りを実現した。

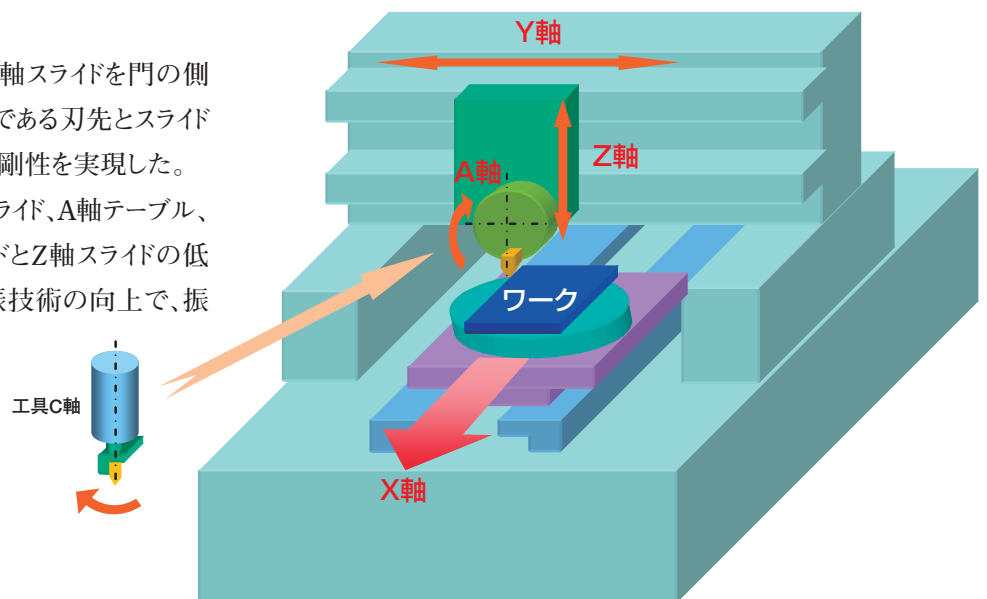


図4 装置構成

2) 高精度と高い生産性を可能にする油静圧スライド(X軸、Y軸、Z軸)

AMG62Pは、ワークを搭載したX軸スライドと、工具を取り付けたA軸テーブルまたは工具C軸を搭載したZ軸スライドとY軸スライドが合成された動きで直線溝、曲線溝の加工を行なう。

溝深さバラツキの低減に必要なZ軸には、高い位置決めと外乱に対する安定性が得られる油静圧ねじとし、高速送りが求められるX軸、Y軸には、リニアモーターを採用した。これは、世界で唯一、NACHI独自の導光板加工に最適な軸構成である。

X軸スライドとY軸スライドは1nm、Z軸スライドは0.035nmの高い分解能のスケールで、NCの処理速度の高速化をはかり、高い制御分解能を実現した。

AMG62Pは、リニアモーターと油静圧ねじの特長を最大限に活かし、高精度で、かつ高生産性を可能にした。

3) 高い制御分解能のA軸テーブル

A軸テーブルは、搭載した工具を加工する溝の傾きにあわせて旋回し、不等ピッチ直線溝、溝深さ可変直線溝、角度可変直線溝など、多種の溝断面形状に対応する回転機構である。A軸外観、加工ワーク例を、図5に示す。

A軸テーブルとして、剛性の高い油静圧軸受方式を採用し、0.0000275°という高い制御分解能で高精度な刃先の位置決め精度を実現した。

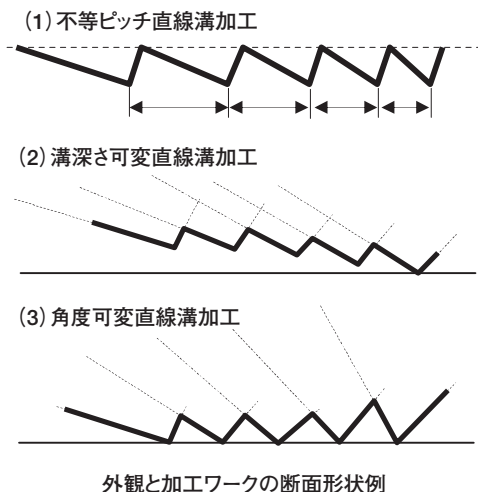


図5 A軸(角度可変溝加工用)

4) 曲線溝加工を可能にする工具C軸

工具を搭載する工具C軸は、加工する曲線溝の進行方向に旋回し、正弦波状の溝や同真円状の溝や楕円状の溝など、多種の曲線溝加工に対応する回転機構である。図6に、C軸外観と、加工ワーク例を示す。

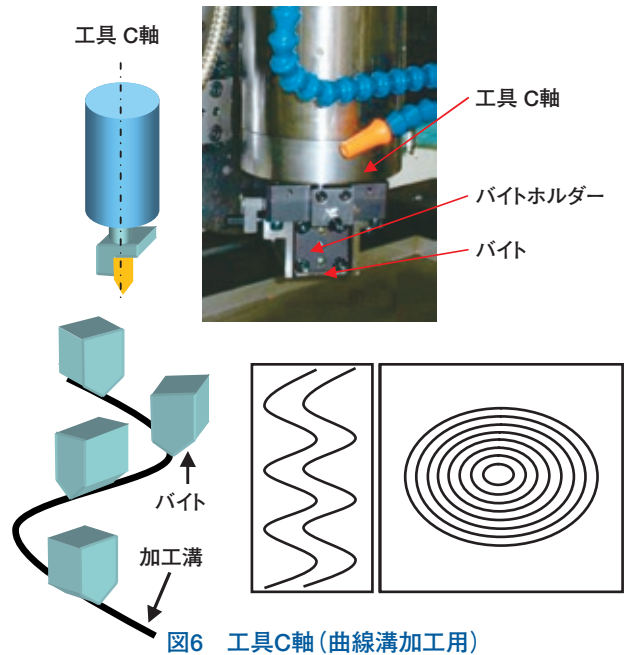
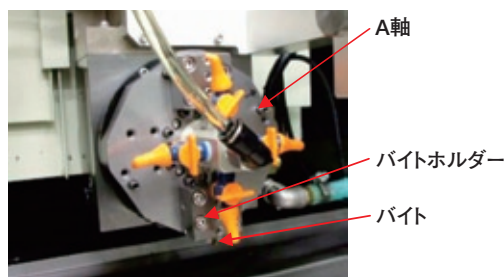
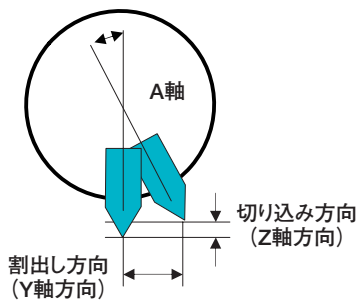


図6 工具C軸(曲線溝加工用)



3. 高能率・高精度の曲線溝加工を実現

液晶導光板の高精度化、高能率化、曲線溝加工の要求に応える導光板金型用プリズム溝加工機「ナノグルーバ AMG62P」の特長を示す。

(1) 高能率化

機械の軽量化や高剛性化などで、X、Y軸の送りを20m/minに高速化し15インチサイズの金型加工時間をNACHI従来機比57%と短縮。プレーナ加工を高能率化した。

(2) 加工面状態

スライドと加工点の距離短縮で加工時間の短縮を行ない、熱剛性を向上し室温変化などの外乱の影響を低減。導光板全域に均一で安定した鏡面が得られる。

(3) 高精度加工

スケールの高分解能化、Z軸の位置決め精度の向上、A軸テーブル・工具C軸の高剛性化、高分解能化で、プリズムの山高さのばらつき精度を向上した。

(4) 曲線溝加工

X軸スライド、Y軸スライドの送り速度の向上、NCの高速・高精度な処理、曲線溝加工用ソフトウェアの開発で、携帯電話の導光板用金型に多い曲線溝加工に対応可能。

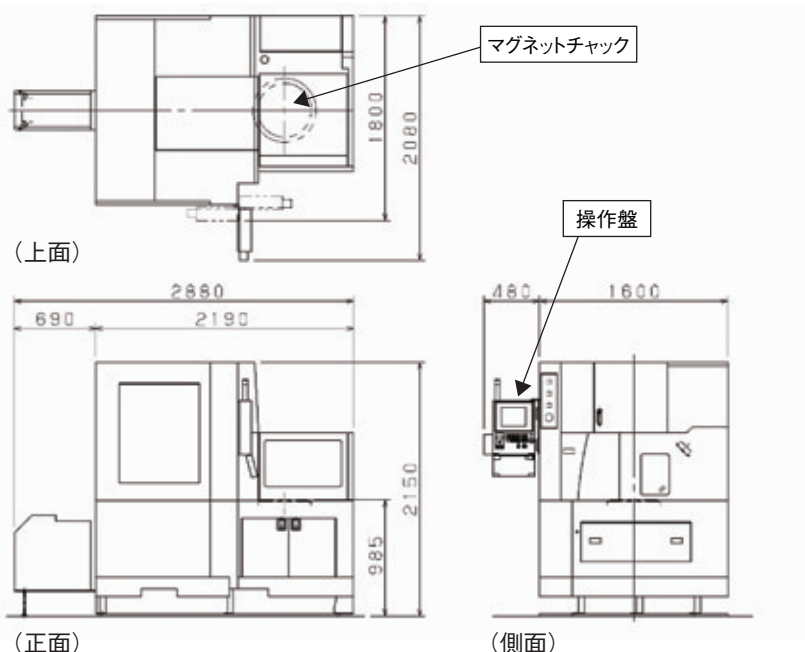
4. 主な仕様

最大ワークサイズ:540×540 (mm) [24 インチ (16:9), 26 インチ (4:3)]

ワーク重量 :1470 (N) 以下

	X軸	Y軸	Z軸	A軸	工具C軸
最大ストローク	750mm	600mm	100mm	無限回転	無限回転
最高速度	20m/min	20m/min	1m/min	30rpm	60rpm
分解能	1nm	1nm	0.035nm	0.0000275°	0.0001°
軸受方式	油静圧	油静圧	油静圧	油静圧	油静圧
駆動方式	コアレスリアモーター	コアレスリアモーター	ACサーボ+油静圧ねじ	ACサーボ	ACサーボ
真直度 (垂直面内)	0.4μm/540mm	0.4μm/540mm	0.5μm/100mm	—	—
位置決め精度	±1μm以下/540mm	±1μm以下/540mm	±0.5μm以下/100mm	—	—

加工機本体
外形／寸法 (単位:mm)



5. 導光板金型の加工事例

1) A軸角度可変加工

A軸を用いた溝角度可変加工は、溝の角度や溝ピッチ、溝深さを変化させることが可能であり、薄型で凹・凸レンズと同じ役割をもたせたりニアフレネルとして液晶バックライトの光学素子の金型加工に用いられている。

この加工は、溝ごとにプリズム形状が異なるため、バイトの角度(A軸の角度)を変え、Y軸とZ軸方向のズレ量を補正して加工する。加工する際の相対位置決め精度の向上が重要となる。図8は、 0° ～ -25° 、 25° ～ 0° の範囲を1溝毎に、 0.1° ピッチで角度を変えながら、各溝底、プリズム頂点が同一高さとなるように、不等溝間ピッチで加工した事例である。

加工条件

金 型: STAVAX+Ni-Pメッキ
 工 具: 単結晶ダイヤモンドバイト V120
 切り込み: $1\mu\text{m}/\text{pass}$ (最終 $0.5\mu\text{m}$)
 送り速度: $6\text{m}/\text{min}$
 A軸角度: $\pm 25^{\circ}$ (0.1° 刻み)
 ピ ッ チ: 可変(溝底、山高さ一定)



図7 A軸角度可変加工をしたサンプルワーク

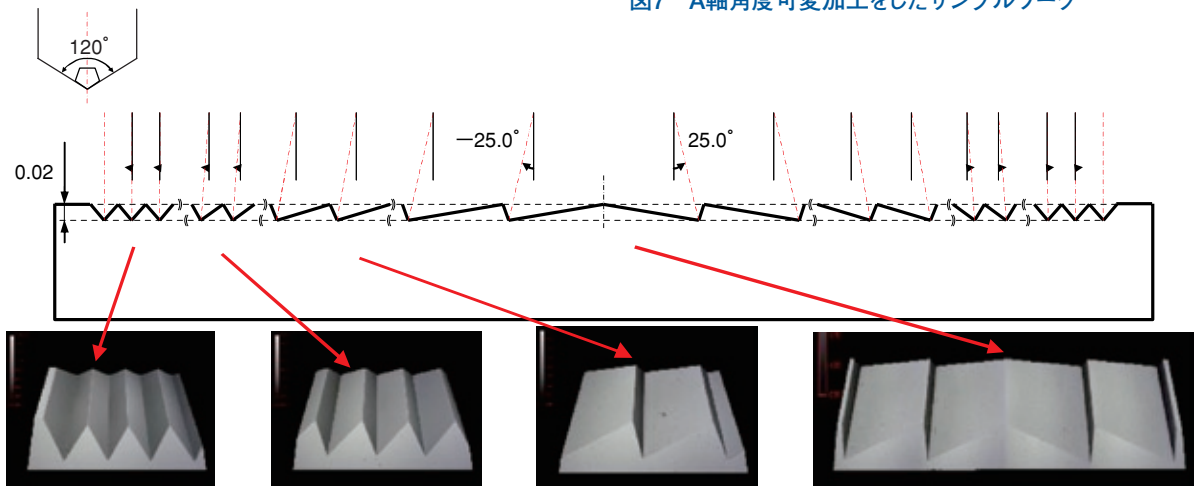
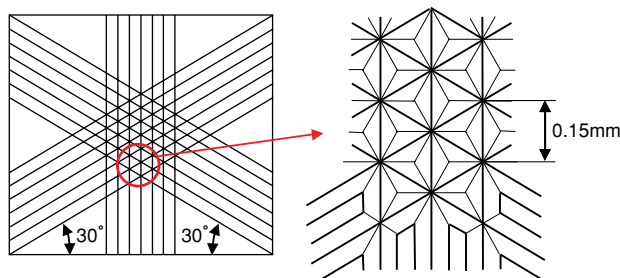


図8 A軸角度可変加工ワークのレーザー顕微鏡写真

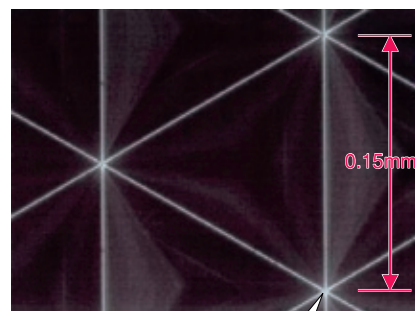
プリズム面にビビリがなく平滑であり、溝の稜線に“バリ”や“かえり”のない良好な加工面性状が得られる。

2) 3方向クロスカット



加工条件

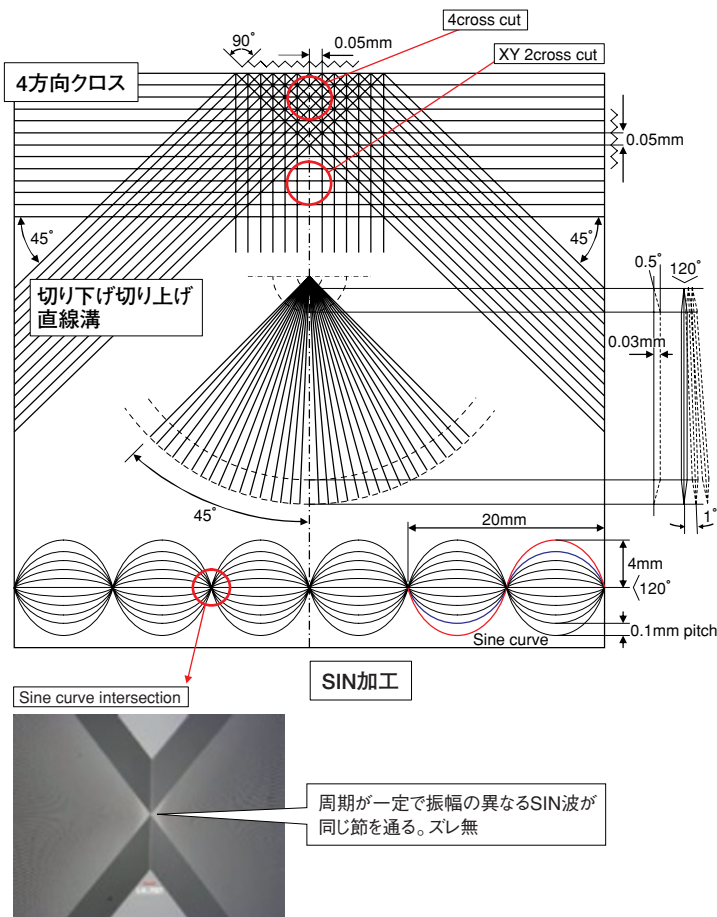
金 型: STAVAX+Ni-Pメッキ
 工 具: 単結晶ダイヤモンドバイト V70
 切り込み: $5\mu\text{m}/\text{pass}$ (最終 $1\mu\text{m}$)
 送り速度: $6\text{m}/\text{min}$
 ピ ッ チ: 0.15mm



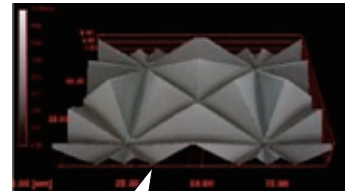
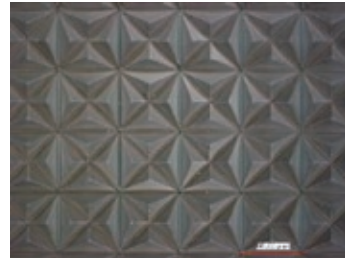
V溝底が一致する。
 ピラミッド頂点のズレがない。
 稜線部にバリの発生がない。

図9 3方向クロスカット加工ワークのレーザー顕微鏡写真

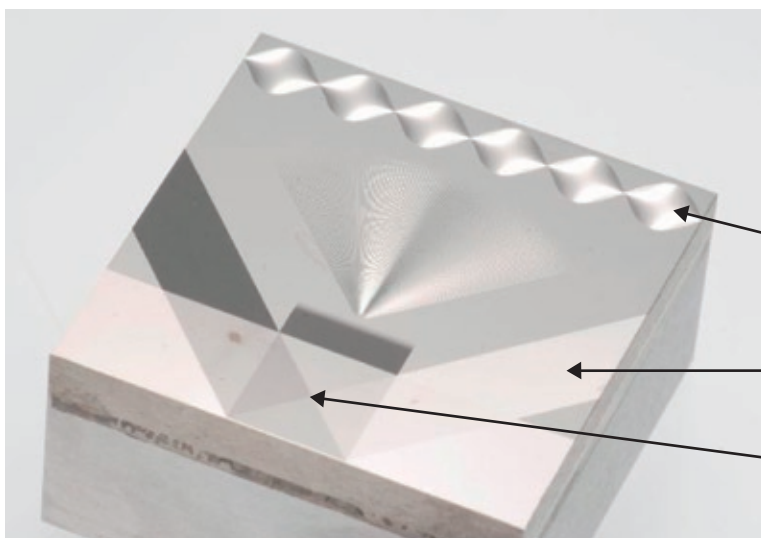
3) 4方向クロスカット、切り下げ切り上げ付きの直線溝加工、SIN加工



4方向クロスカット



V溝底が一致する。
ピラミッド頂点のズレがない。
稜線部にバリの発生がない。



加工条件

金 型: STAVAX+Ni-Pメッキ
工 具: 単結晶ダイヤモンドバイト
送り速度: 6m/min
SIN加工の: 0.5m/min
送り速度

図10 4方向クロスカット、切り下げ切り上げ付きの直線溝加工
SIN加工をしたサンプルワーク

5. おわりに

ナノグレーバAMGシリーズは、AMG62Pの他に2機種を用意し、画面サイズ別に最適な機種を選択できる。

AMG71P:最大32インチまでの大画面テレビ用として
導光板以外の光学素子にも対応

AMG62P:最大24インチまでのパソコンモニターなど
の中型液晶ディスプレイ用に対応

AMG42P:最大17インチまでの携帯電話やPDA、ノート
パソコン用に対応

※71の意味は32インチ画面(16:9)の有効幅である。

いずれの機種も、油静圧ねじ・リニアモーター・油静圧スライドを採用。超精密で高能率な加工を実現し、機械的な精度劣化がなく、運用コストに大きく貢献できる。

これまでデジタル家電市場で培ってきたナノレベルの超精密加工技術、機上計測技術、機械要素・制御技術をさらに高め、今後市場の成長が期待される超精密金型加工システムの高精度、高能率加工のニーズに応じていく。

用語解説

※1 自由曲線溝

従来の導光板の溝は直線溝が主流であったが、液晶ディスプレイの軽量化、薄型化、鮮明化、省電力化の要望により、円弧やSIN波、楕円などさまざまな曲線溝が必要となっている。
自由曲線溝加工ソフトは、加工したい自由曲線溝の点列データを読み込み、加工条件を入力してNCプログラムを作成するソフトである。

※2 直線のクロスカット

直線の交点をあわせるように、3、または、4方向から行なうV溝加工
加工面に三角錐状の突起が残り、拡散板用金型の表面に加工される。

※3 SIN溝

正弦波の形をした曲線溝。

※4 曲線溝

曲線の形をした溝。SIN溝、楕円溝、円弧溝などがある。
液晶の省電力化の導光板金型の表面に加工される。

※5 力の流れループ長

工具からワーク間の工作機械内の力が伝わる経路の長さをいう。
力が伝わる経路は始点と終点が閉じた線となるため、力のループ長と呼ばれる。ループ長を短くし、結合部を少なくすることにより、機械剛性を高く設計できる。

※6 アクティブ除振台

アクティブ除振台は、機械の振動情報を加速度センサーと変位センサーで取り込み、機械がうけている振動とは逆向きに制御された信号でアクチュエータを駆動させ、振動を低減させる装置である。機械の姿勢変化を小さくできる、振動減衰を速くできるという利点がある。

※7 リニアフレネル

リニアフレネルレンズは、かまぼこ状の凹または凸レンズと同じ役割をもたせながら平面状にしたレンズで、光を一方向だけ集光または拡散できる。リニアフレネルレンズにすることで、レンズを軽量・薄型化できる。

関連記事

1) 牧野哲也：液晶ディスプレイ光学素子金型加工機「ナノグレーバAMG92P」
NACHI-BUSINESS news Vol.2 B2, February / 2004