

KISTLER

measure. analyze. innovate.

切削プロセスの解析
と最適化

切削動力計総合カタログ

切削、研削、切断のための精密測定システム



キスラーグループについて

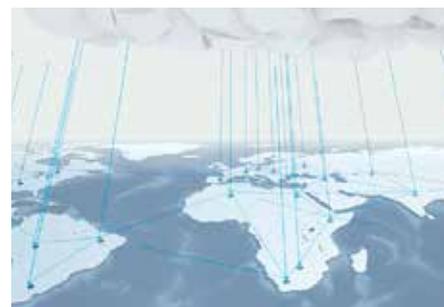
キスラーはセンサ、電子機器、システム、サービスで構成される測定技術ソリューションの開発を手がけています。私たちは排出ガスの低減、品質管理、モビリティ、車両安全性といった物理的限界に近い領域で、持続可能な世界を目指して最高の性能を実現し、インダストリー 4.0 のための理想的な条件を作り上げようとしています。私たちはお客様のために、そしてお客様と共に革新と成長を実現したいと考えています。



キスラーは、エンジンモニタリング、車両の安全性、車両のダイナミクスの技術的進歩を追及し、明日の効率的な車両開発のための貴重なデータを提供します。



キスラーの計測技術は、スポーツ診断、交通データの取得、工作機械の切削力解析、さらに極限的な条件下で絶対の測定信頼性が求められるアプリケーション分野で高く評価されています。



キスラーのシステムは、ネットワーク化されたデジタル製造工程の全ステップをカバーしており、次世代型のスマートファクトリーのプロセス効率と経済性を最大限に高めます。

目次

切削力測定の基礎	4
動力計の概要	6
力とトルクの測定	8
固定式動力計	8
回転式動力計	10
切削力の測定	12
フライス加工	12
穴あけ加工	14
旋削加工	16
研削加工	18
マイクロ切削加工	19
アプリケーション事例	20
製品	23
固定式動力計	23
回転式動力計	34
アンプ、収集、評価 – すべてを1つのシステムで実現	38
LabAmpシリーズ	40
測定システム	42
固定式動力計	42
回転式動力計	42
チャージアンプ	44
AD変換機能内蔵多チャンネルチャージアンプ	45
データ収集システム	46
ソフトウェア	46
接続ケーブル(高絶縁タイプ)	48
付属品	49
その他の振動数解析用センサ	49
キスラーが提供する多様なサービス	50
キスラー – 全世界でサポート	51



動力計 (型式 9255C) を用いた高合金鋼のフライス加工

切削力測定の基本

切削加工は今もなお最も重要な機械加工プロセスであり、あらゆる工業生産の基礎をなしています。切削プロセスおよび製品の性能に対する要求が厳しくなっているため、この生産方法は過去数十年の間に大きな変化が生じています。

製品には、そのロットの大小に関わらず、高い品質と経済性が要求されます。これに応えるためには、切削プロセスに関する詳細な知識が不可欠です。その重要な指標となるのは力とトルクで、これらを知らずに加工プロセスの品質を語ることはできません。切削時に発生する力は極めて動的であり、その計測は苛酷な環境下での使用を想定して設計された高度なセンサシステムによって初めて可能になります。

切削時の高度に動的な力の測定

キスラーの圧電式センサがあれば、高度に動的なプロセスについて最高の信号品質で測定できるようになります。これにより個々のプロセスに関する貴重な洞察が得られ、加工プロセスの安定性、生産性、再現性を改善するための基礎となります。



工具およびワークの開発と評価

- 実用条件下での工具およびクランプ装置の最適化
- 切削油の評価
- 材料の被削性の評価
- シミュレーションとプロセスモデルの実証
- 独自の製品指標の確立

プロセスの分析と最適化

- 切削加工プロセスの分析とエラー診断
- 加工方法の比較・開発
- 切削条件の最適化検証
- 工具の寿命と生産性に関する改善余地の検証
- 材料のロット違いによる影響の検証

対応プロセス

- 旋削、フライス、穴あけ、切断、ネジ切り、ブローチ、ホブなど
- 研削、ホーニング、ポリシングなど

キスラーの力測定技術のメリット

- 高い剛性と固有振動数により個々の刃先のエンゲージメントを高分解能で記録可能が可能
- 3成分の力とトルクを測定可能
- マイクロ切削から重切削まで幅広くカバーする測定範囲
- 優れた堅牢性、切削油の内部侵入に対する保護構造 (IP67)
- コンパクトな構造を採用し、簡単に設置・操作可能
- 極めて長寿命



動力計の概要



固定式動力計

固定式動力計は多くの場合、工作機械のテーブルとワークの間に置き、ワークを動力計に固定し、フライス加工や穴あけなどの加工プロセスにおける抵抗力を測定します。旋削加工をする場合においても、固定式動力計を使用することができます。この場合には適切なアダプタを用いて動力計を旋盤の主軸に直接取り付けることになります。また、適切なツールホルダを使用して工具を動力計に取り付けが可能です。発生する力は動力計内の4個の3成分力センサで測定され、動力計からは電荷信号として出力されます。

回転式動力計

回転式動力計（RCD）は各種インターフェースを介して機械の主軸に直接取り付けます。工具はツールホルダでこのRCDに取り付けます。RCDは主にフライス加工、穴あけ加工に利用されます。固定式動力計と異なり、RCDには多成分センサが1個のみ組み込まれており、3成分の力とトルクを測定します。ロータにはセンサの他にチャージアンプとテレメトリ用の電子装置が設けられています。測定データは近距離テレメトリを介して測定システムの固定部に伝えられ、アナログ電圧信号として利用可能となります。

	型式	測定可能な コンポーネント	温度の影響を 最小化	旋削加工	フライス加工	穴あけ/ネジ切り 加工	研削加工	マイクロ切削加工	重切削加工	用途	ページ
回転式	 9170A	F_x, F_y, F_z, M_z	なし							回転式システム、最大 20,000 rpm の高速回転と中程度以下の力での測定用	34
	 9171A	F_x, F_y, F_z, M_z	なし							回転式システム、大きい力と最大 12,000 rpm での測定用、多様なアダプタにより高い自由度を実現可能	36
固定式	 9109AA	F_x, F_y, F_z	あり							微細加工専用、力 1 N 以下～ 500 N 最大 160,000rpm	23
	 9119AA1	F_x, F_y, F_z	あり							固定式、力 1 N 以下～ 4,000 N 最大 160,000rpm	24
	 9119AA2	F_x, F_y, F_z	あり							微細加工、固定式または旋盤タレットへの設置用モジュールシステム	24
	 9129AA	F_x, F_y, F_z	あり							固定式または旋盤タレットに設置するモジュールシステムとして人気のオールラウンダー	26
	 9139AA	F_x, F_y, F_z	あり							やや大きい力 (30,000 N まで) に対するコンパクトなソリューション	28
	 9257B	F_x, F_y, F_z	なし							10,000 N までの力に対する標準モデル	29
	 9255C	F_x, F_y, F_z	なし							堅牢なプラットフォーム、中程度ないし大きい力 (最大 60,000 N) に合わせて最適化	30
	 9253B	F_x, F_y, F_z	なし							大型ワークでの測定を行うためのソリューション	31
	 9272	F_x, F_y, F_z, M_z	なし							プラットフォーム中央でトルクを直接測定する加工に適した穴あけシステム	32
	 9366CC	F_x, F_y, F_z	なし							ユーザ独自のクランプ機構構築のためのプリロード・校正済みの力センサのセット	33

適切 特定の条件下で適切

固定式動力計：力とトルクの測定

用途

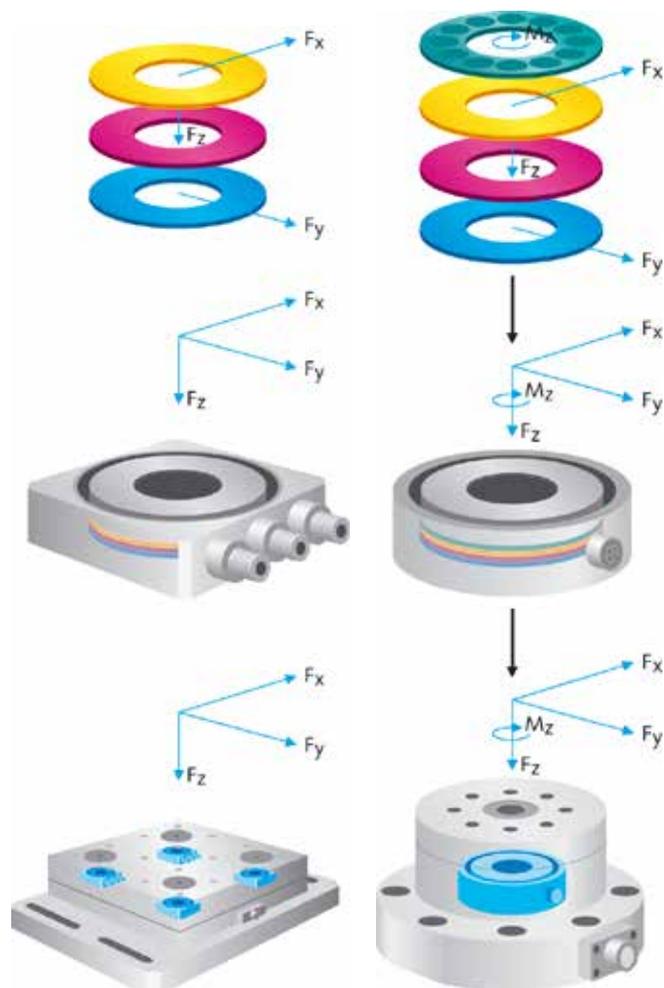
固定式3成分動力計にはいずれも、単に3成分動力計としてだけでなく、6成分動力計としても使用できるという特徴があります。これは動力計内部の4つの3成分力センサの出力を切り替えることで実現できます。力 F_x 、 F_y 、 F_z は直接測定されますが、トルク M_x 、 M_y 、 M_z はそれぞれの力の成分とセンサの距離から算出されます。動力計は適切なアダプタを用いることで、フライス盤だけでなく、旋盤タレットにも設置することができます。

固定式動力計の構造

高いプリロードをかけた3成分力センサ群で構成される動力計は、2枚の下板と1枚のトッププレート間に設けます。このプリロードは、摩擦力の伝達を可能にするために必要となります。力センサはグラウンドと絶縁された状態で組み込まれているため、グラウンドループの問題はほぼ発生しません。動力計は保護等級IP 67の条件を満たしており、水や冷却剤の飛沫が侵入しないように保護されています。トッププレートには各種の穴またはネジ穴が設けられており、さまざまな形のクランピングを実現できます。

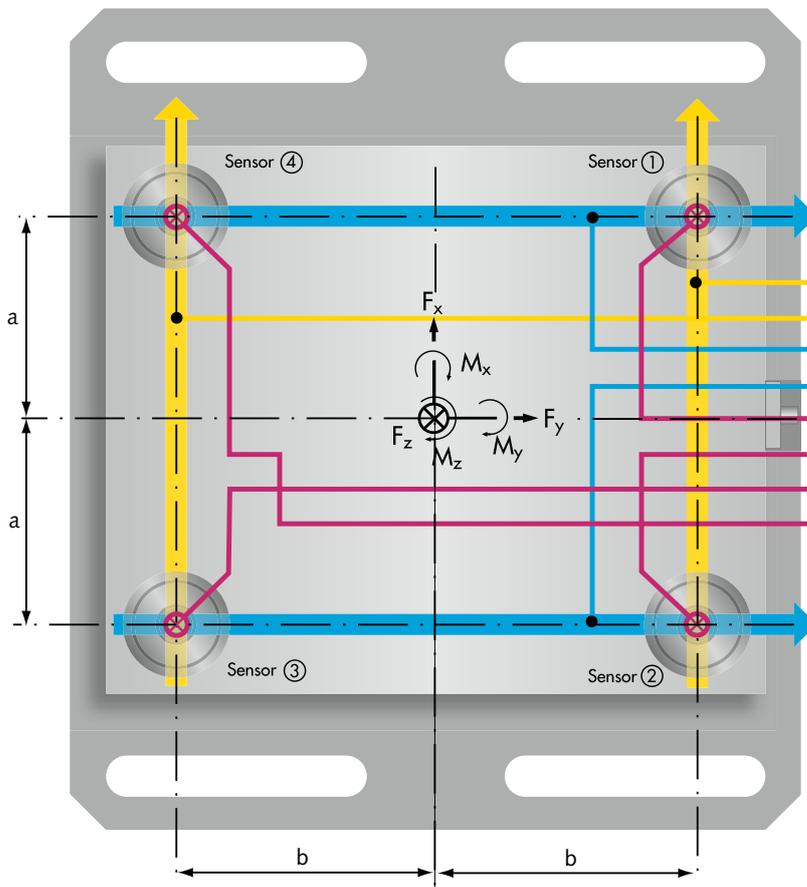
固定式動力計の測定システム

固定式動力計の測定システムは、センサとチャージアンプ（DAQシステム）、または「LabAmp」（チャージアンプとDAQシステム）を1台の装置に組み込んだシステムで構成されます。



固定式動力計のメリット

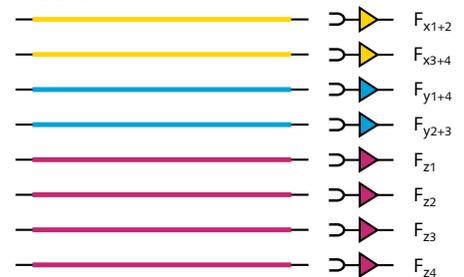
- 固定式動力計は極めて多様な形態で使用できます。フライス加工、穴あけ、旋削など、その用途は事実上限りがありません。
- 圧電技術と堅牢な形状により、大型の動力計でも小さい力を測定できます。
- キスラーの動力計は、適切に使用すれば極めて長い期間使用可能です。



3 芯接続ケーブル



8 芯接続ケーブル



力の 3 成分の測定

力の 3 成分を測定する場合、図に示すように動力計の 8 つの出力信号が 3 芯ケーブルに集約されます。チャージ信号をそれに比例する電圧出力に変換するためには、3 台のチャージアンプが必要になります。

力とトルクの 6 成分の測定

力とトルクの 6 成分を測定する場合、8 つの出力信号が直接 8 芯接続ケーブルに送られます。チャージ信号は比例する出力電圧に変換され、チャージアンプの型式に応じてトルク M_x 、 M_y 、 M_z も算出されます。

3つの力 F_x 、 F_y 、 F_z および3つのトルク M_x 、 M_y 、 M_z の算出

$$\begin{aligned}
 F_x &= F_{x1+2} + F_{x3+4} \\
 F_y &= F_{y1+4} + F_{y2+3} \\
 F_z &= F_{z1} + F_{z2} + F_{z3} + F_{z4} \\
 M_x &= b (F_{z1} + F_{z2} - F_{z3} - F_{z4}) \\
 M_y &= a (-F_{z1} + F_{z2} + F_{z3} - F_{z4}) \\
 M_z &= b (-F_{x1+2} + F_{x3+4}) + a (F_{y1+4} - F_{y2+3})
 \end{aligned}$$

力とトルクの計算

3つの力 F_x 、 F_y 、 F_z および 3つのトルク M_x 、 M_y 、 M_z の算出は、キスラーのソフトウェア「DynoWare」または同様の方法でチャージアンプ内の 6 成分積算器で行われます。トルクを算出する場合、センサの距離も考慮に入れる必要があります。

回転式動力計：力とトルクの測定

用途

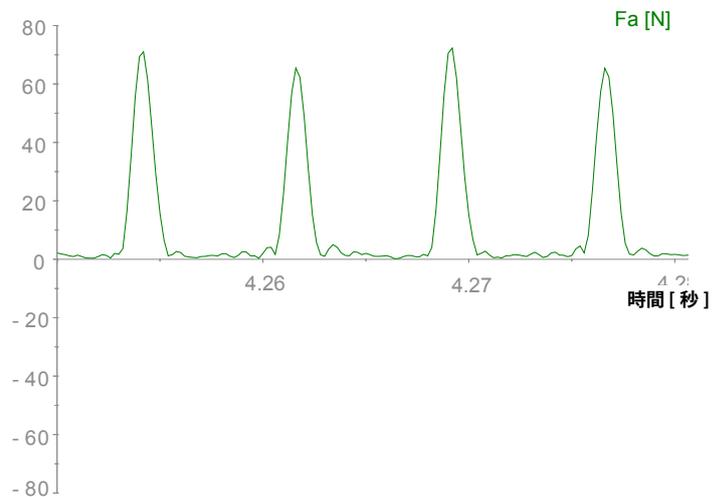
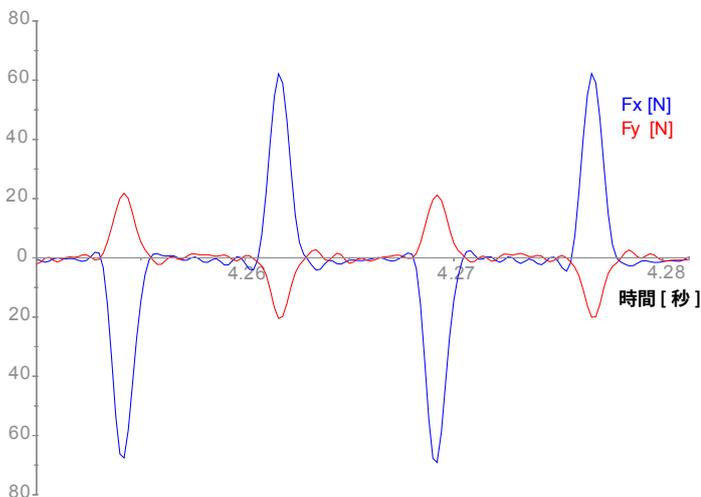
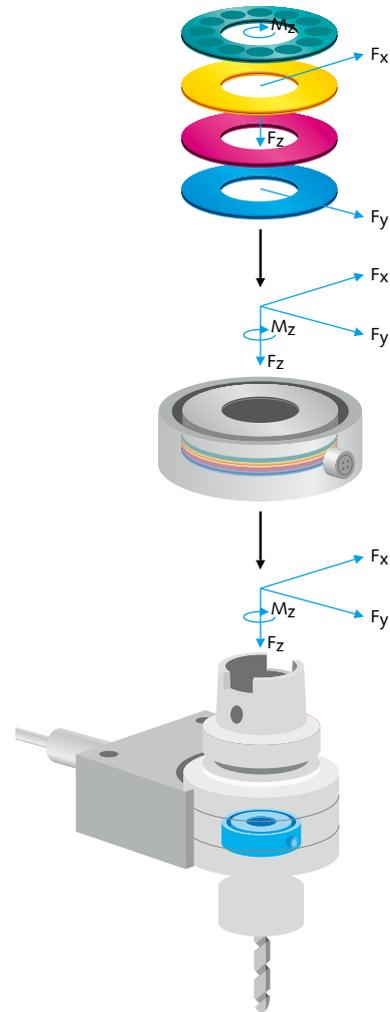
回転式動力計は、切削加工時、特にフライス加工や穴あけを行う際に直交する3つの力 F_x 、 F_y 、 F_z およびトルク M_z を測定できます。4成分力センサは、主軸とワークとの間に取り付けます。力とトルクが工具の刃の近傍で測定されるため、ワークに加わる力のベクトルを直接測定することができます。

回転式動力計（RCD）の構造

力センサを含む測定システムのロータは、取り付けられた状態では機械の主軸と連結され、共に回転します。そのため、RCDの座標系もZ軸の周りを垂直方向に回転することになります。デジタル化された測定信号のステータへの伝送、チャージアンプでの領域の切り替え、電源供給はいずれも非接触で行われます。ステータは工作機械に固定され、ロータからは数mmの距離にあります。RCDと共にさまざまな主軸アダプタが用意されているため、多様な工作機械に使用することができます。

RCDの測定システム

回転式動力計の測定システムは、回転センサ、電源およびデータを伝送するステータ、信号出力を得るためのシグナルコンディショナ、および信号を表示するデータ取得ボックスで構成されます。



2枚刃フライス工具による仕上げ研削の力の信号。左：回転式動力計のx軸およびy軸方向の力、右：x-y平面に発生する作用力

回転式動力計のメリット

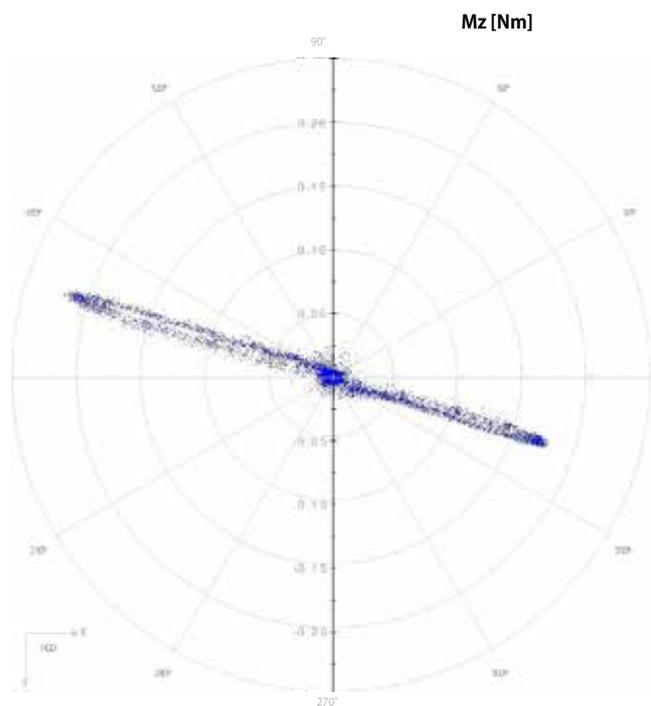
- 切削に必要なトルクを直接測定できます。これにより摩耗などの工具の状態を正確に把握することができます。
- 回転式動力計の場合、ロータが工具と共に回転するため、機械的負荷を直接工具の座標系で定量化できます。
- ワークの質量、寸法、形状に左右されないため、複雑で高価な部品の切削プロセスについても力とトルクの測定が可能になります。



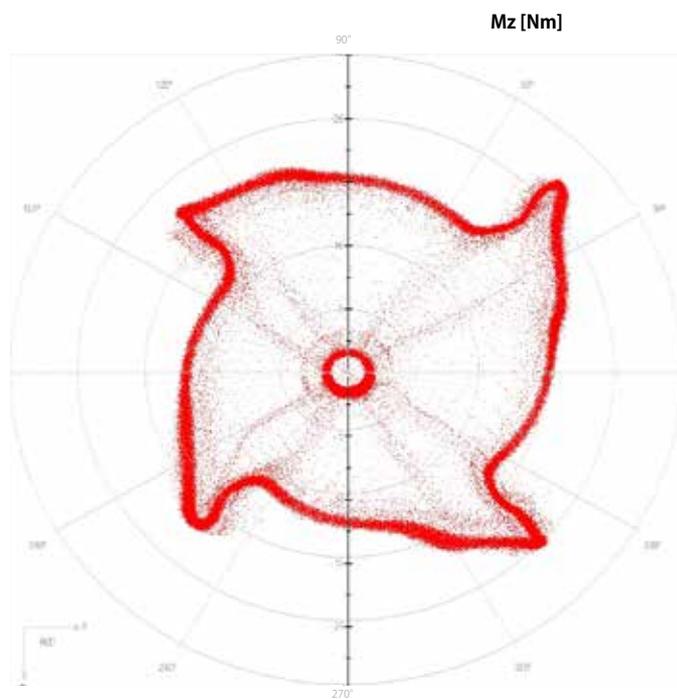
インペラ加工における回転式動力計

RCD 座標系

RCD の座標系はワークと共に回転します。そのため、たとえば平面切削に際しての接線方向および法線方向の力 (F_c 、 F_{cN}) を直接測定可能です。また、切削力を極座標系で表示することもできます (以下を参照)。



仕上げ研削における2枚刃工具での切削の極座標プロット



半加工における4枚刃工具での切削の極座標プロット

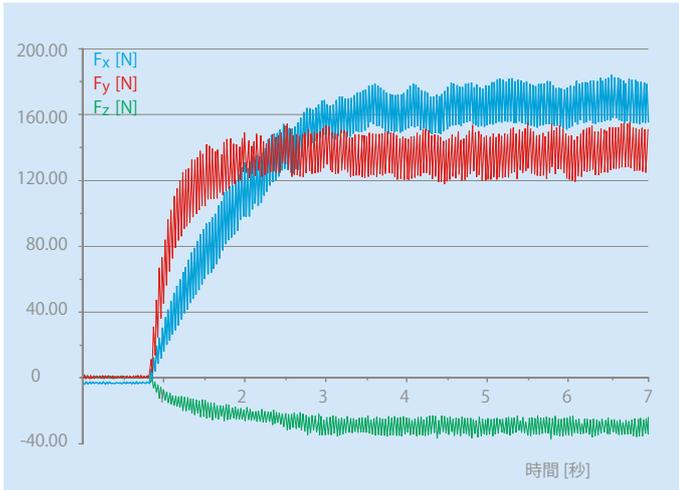


固定式動力計(型式 9129AA)を用いたフライス加工

切削力の測定：フライス加工

固定式動力計

固定式動力計は工作機械のテーブルに設置し、その上にワークを載せません。動力計上の質量による動作への悪影響を低減するために、ワークは動力計に直接ねじ止めします。作業面上の作用力 F_a は、送り分力と送り法線力から簡単に計算できます。

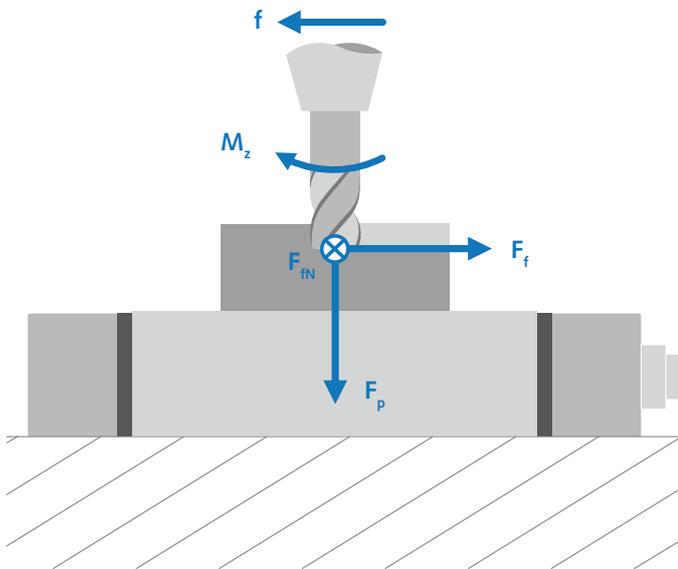


フライス加工における典型的な測定信号 (固定式動力計による)

回転式動力計

回転式動力計 (RCD) は機械の主軸に直接取り付け、工具は適切なツールホルダで RCD と結合します。主軸に直結されるため、RCD は作業中に回転します。固定式動力計に比べて、RCD には 2 つのメリットがあります。一つ目は、工具の質量が一定に保たれるため、測定器の動特性が質量の変化の影響を受けないこと、二つ目は、組み込まれた多成分センサによって、トルク M_z を測定プロセス全体の中で直接測定できるため、工具の摩耗などを的確に把握できるようになることです。

RCD を使用する場合も、作業面内の作用力 F_a は力 F_x 、 F_y から簡単な手順で計算できます。主成分力 F_c および切削法線力 F_{cN} はトルク M_z と作用力から計算されます。



正面切削における力とトルク

フライス加工において固定式動力計で測定可能な力

- 送り分力 F_f
(工具の送り方向にかかる力)
- 送り法線力 F_{fN}
(F_f に垂直方向にかかる力)
- 背分力 F_p

フライス加工において回転式動力計で測定可能な力

- 工具のトルク M_z
- 背分力 F_p
- 作業平面内の力 F_x, F_y



回転式動力計(型式 9170A)を使用した穴あけ

切削力の測定：穴あけ加工

穴あけ加工プロセスにおける力を測定するために、固定式動力計と回転式動力計（RCD）を使用することができます。

RCDは機械の主軸に直接取り付け、工具は適切なツールホルダで結合します。主軸に直結されるため、RCDは作業中に回転します。

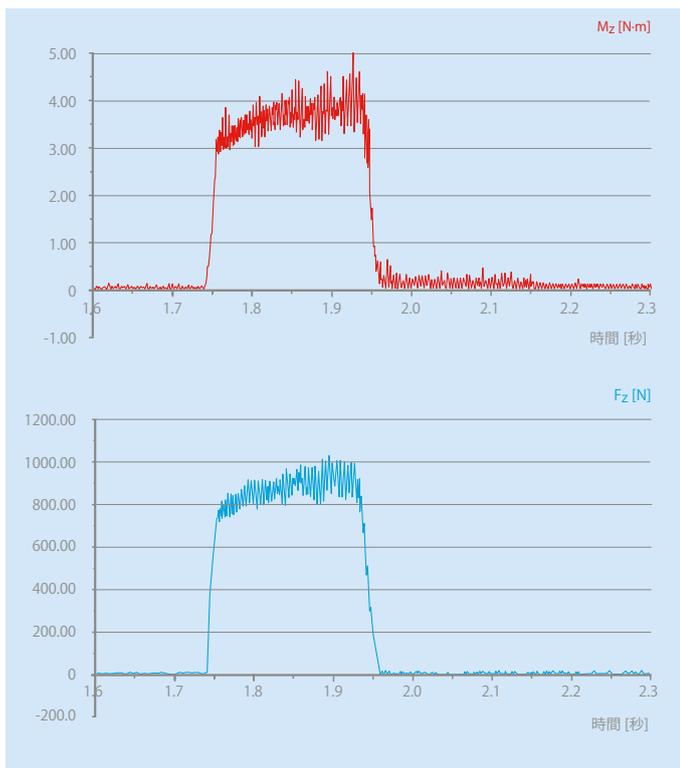
ドリルに作用する主成分力 F_c と背成分力 F_p は穴あけトルク M_z とスラスト F_x 、 F_y から算出され、送り成分力 F_f は直接測定できます。

回転式動力計

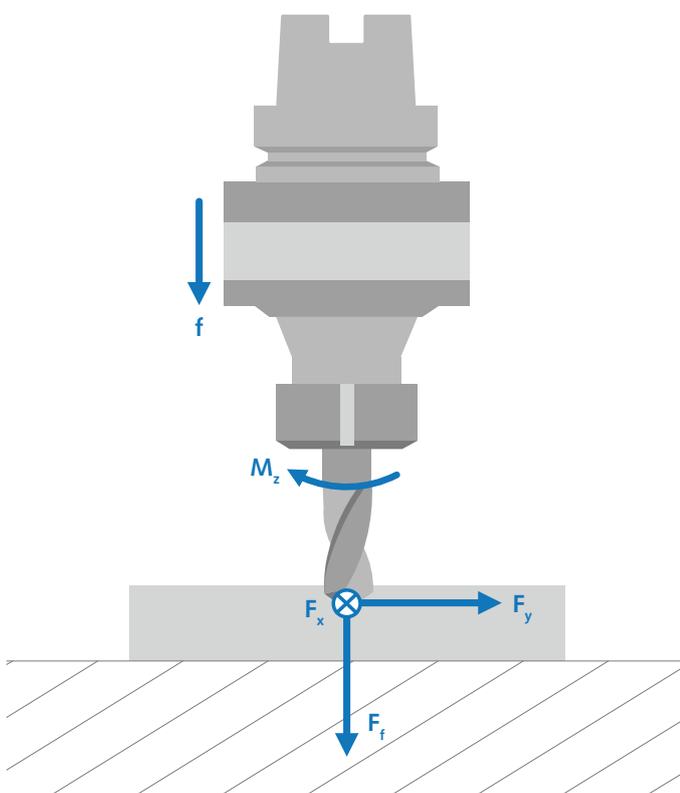
回転式動力計は、穴あけ加工でかかる力の測定に大変適しています。回転式動力計は穴あけトルクを直接測定できるため、作業中の工具の摩耗状態を正確に把握できます。

固定式動力計

固定式動力計も、穴あけ加工でかかる力の測定に使用できます。この場合、3方向の力が測定されます。ただ、トルクは直接測定されず、力センサによる種々の測定信号をもとに算出されます。



穴あけ時の測定信号の例(回転式動力計による)



穴あけ時に作用する力とトルク

**回転式動力計によって直接測定される
穴あけ加工時の成分**

- ・ 穴あけトルク M_z
- ・ ラジアル分力 F_x
- ・ ラジアル分力 F_y
- ・ 送り分力 F_f

**固定式動力計によって直接測定される
穴あけ加工時の成分**

- ・ 送り分力 F_f
- ・ ラジアル分力 F_x
- ・ ラジアル分力 F_y



動力計 (型式 9129AA) を用いた旋削加工

切削力の測定：旋削加工

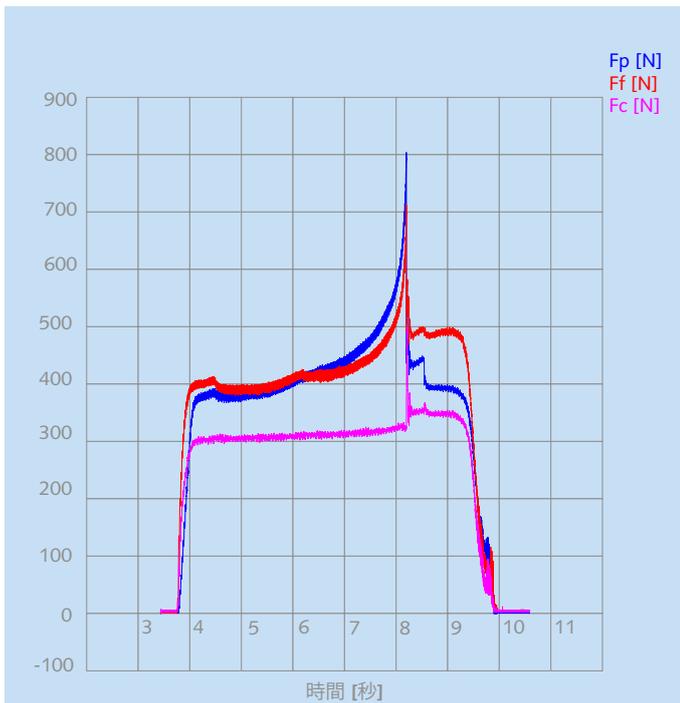
切削のモデルケースとしての旋削加工

旋削、特に丸棒の切削は、幾何学的に明確な切削プロセスであることから切削のモデルケースとなり、切り込みの状態が一定であるため、特定材料の種々の境界条件における個々の比切削抵抗 (k_c 、 k_p 、 k_f) の決定と特徴づけに用いられます。旋削における切削力の測定は、切削における本来の塑性力学的プロセスの研究、削りくずの形成とその切削プロセスへの影響の解析、あるいは力の変化による摩耗プロセスの解明のために行います。

旋削加工における固定式動力計

旋削加工時にかかる力を測定する場合には、固定式動力計が用いられます。この動力計は部分的にモジュール設計を採用しており、適切なアダプタを用いて機械の主軸に取り付けます。工具はツールホルダで動力計に固定するため、動力計は工具と主軸の間に挟まれた形になります。こうした構成にすることで、力を正確かつ動的に測定でき、プロセス内での微小な変化も直ちに定量的に把握できるようになります。

旋削のプロセスで発生する力は、多成分動力計によって直接、主成分力 F_c 、送り成分力 F_f 、背成分力 F_p の3成分に分けられます。



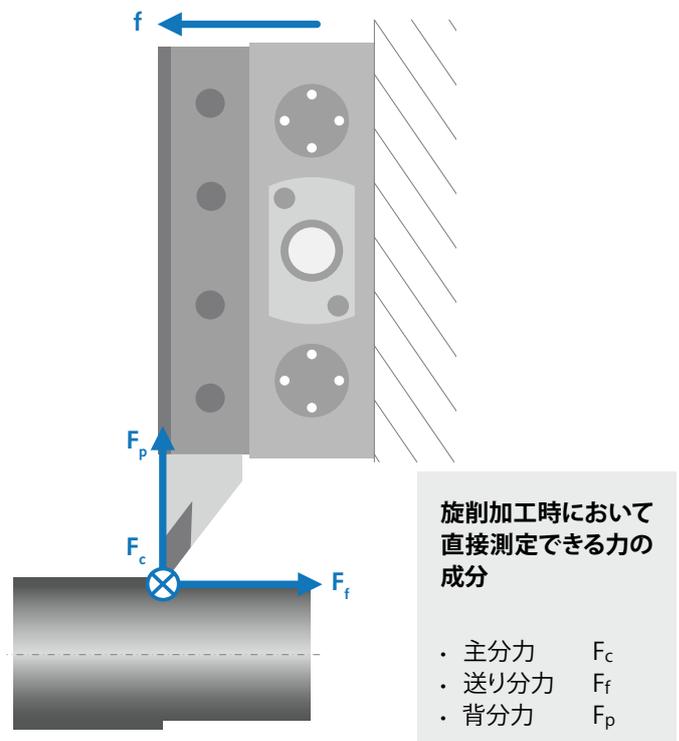
旋削における測定信号の例



動力計 (型式 9129AA) を用いた旋削加工の基礎実験

固定式動力計のモジュール構成

旋削加工における切削力を測定する場合、旋盤の大きさ、工具、および負荷に応じて複数の動力計を uses。これらはモジュールを構成し、さまざまなアダプタやツールホルダを用いて取り付けることができます。動力計の構造上、熱による悪影響を避けられるため、信号の品質と有用性が大きく向上します。



長手方向の旋削加工時にかかる力

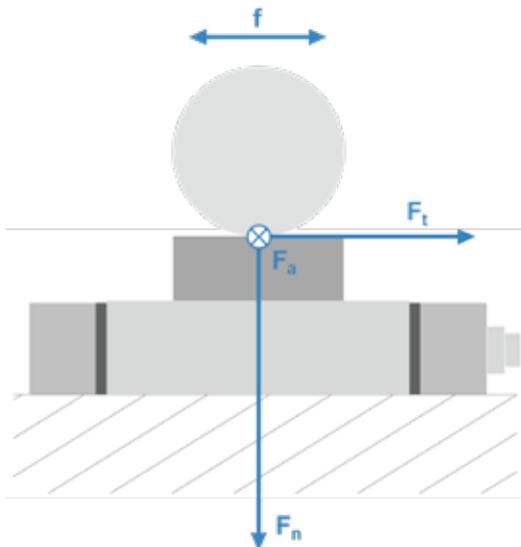


動力計 (型式 9129AA) を用いた研削加工

切削力の測定：研削加工

部品の製造において、研削加工は最終プロセスとしてよく用いられます。そのため、製品の品質は非常に大きな意味を持ちます。粗さやエッジ部の性質など、明確に定義された品質要件を満たすだけでなく、焼けや亀裂といった加工エラーの発生を防ぐ必要があります。このため、プロセス前後を比較することが重要になります。

その際に切削力測定が、因果関係を突き止め、好ましくない結果の原因を特定するための測定パラメータとなります。動力計は種類が多く、柔軟性もあるため、多様な研削プロセスでの力の測定に用いることができます。



研削加工において直接測定できる力の成分

- 法線力 F_n
- 軸方向分力 F_a
- 接線方向分力 F_t

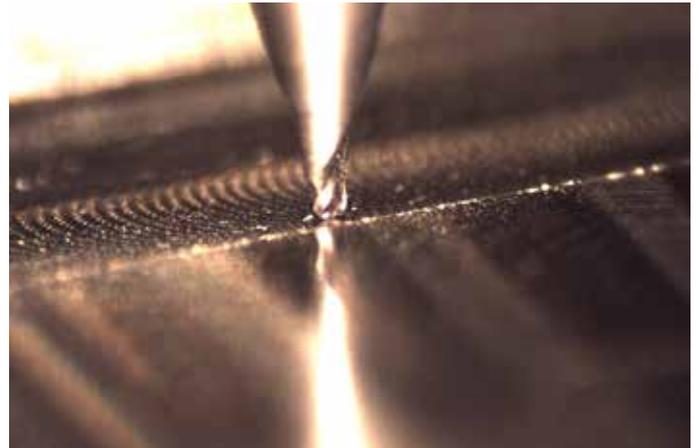
切削力の測定：マイクロ切削加工



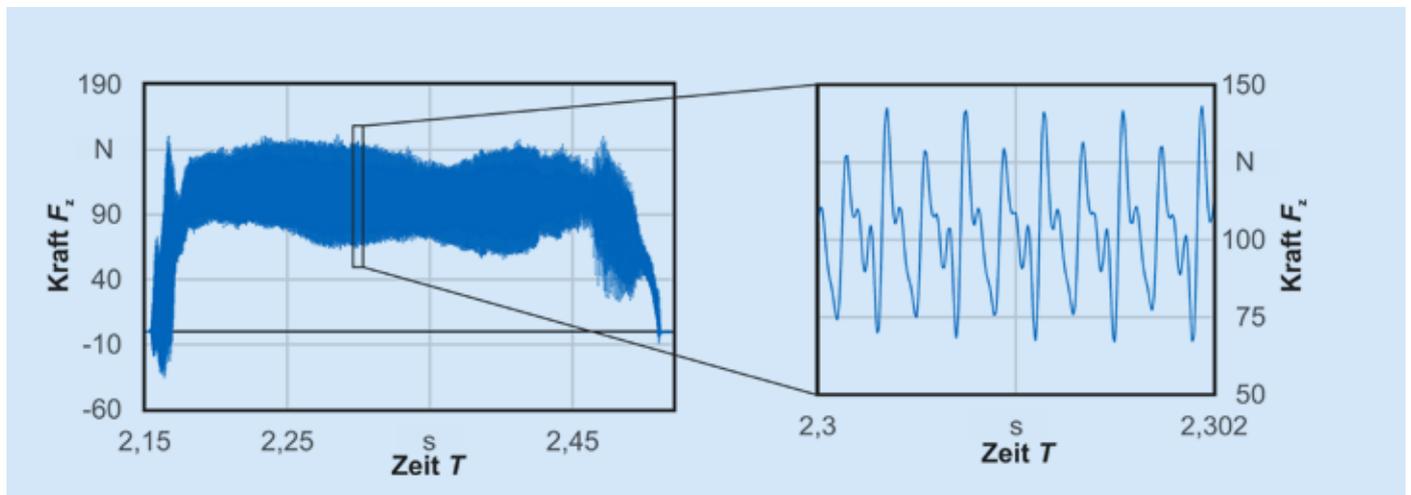
マイクロ加工用マシンニングセンタに取り付けた MicroDyn 9109AA

マイクロ切削加工時の測定の場合、測定器の感度や測定信号の動特性に特に厳しい条件が課せられます。たとえばマイクロ切削加工時に発生する力は、1 N 以下から 250 N 以上まで多岐にわたります。そして、このことはプロセスの経過を明確・精密に示すために重要になります。プロセスの動的特性を把握する上で重要になるもうひとつの基準は、測定器の固有振動数です。測定装置の固有振動数が小さすぎると、測定装置の励振が大きくなります。この場合、力の信号の振幅が高周波領域で実際よりも大きく表示されてしまうことがあります。最悪の場合には測定装置が固有振動数で励振し、測定装置の振動の方がプロセス自体で発生する力よりも大きくなってしまいます。そのため、こうした状況を絶対に発生させないようにする必要があります。

圧電測定技術は、マイクロ切削加工に関する条件を満たすために適した技術です。高感度で堅牢な結晶を使用することで、1 N を大きく下回る値から 500 N 以上までの範囲の力を 1 つの装置で測定することができます。この方式には、試験中に測定器を交換する必要がなく、測定の再現性を確保できるという利点があります。キスラーは、特にマイクロ切削加工に合わせて設計した測定装置を各種取り揃えています。この動力計では、特に高い固有振動数に対応できるように、靱性と質量が最適化されています。たとえば MicroDyn 9109AA を 2 枚刃の工具による主軸回転数 160,000 rpm での試験に用いて、個々の切り込みによる力の信号を高い信頼性で測定できた実績があります。



d = 0.2 mm のマイクロ切削加工用 2 枚刃ボールエンドミル



MicroDyn 9109AA で記録した力信号切り削時間が 1 ms 以下の場合の 2 枚の刃それぞれの力の変化が分かります。

切削力の測定：アプリケーション事例

円筒研削加工における切削調査

ベルリン工科大学の工作機械・工場管理研究室において、特殊動力計を用いた研削プロセスの解析が行われました。部品の品質、摩耗の機構や材料除去速度の限界が測定され、それらの改善につながりました。



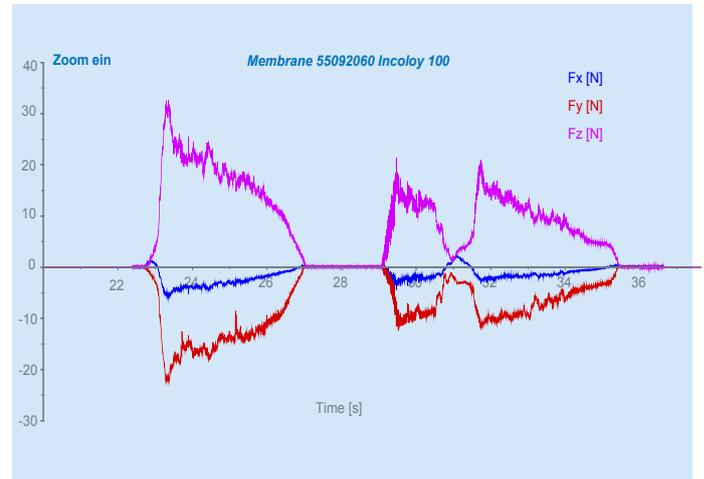
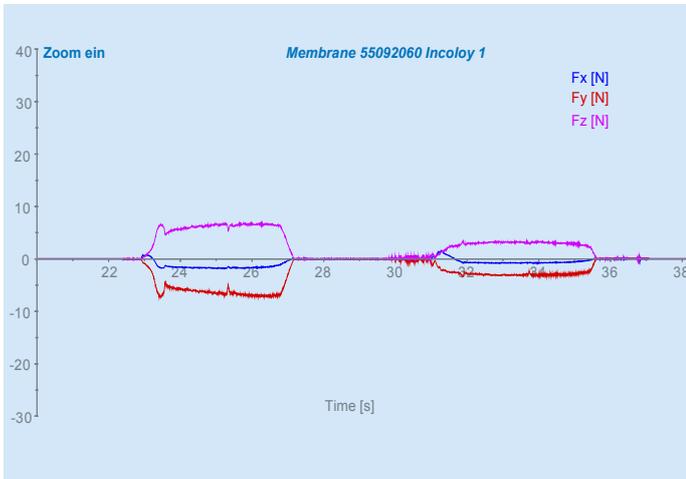
特殊動力計による吐出力の測定

キスラーは圧電技術の特性を実証しています。アーヘン工科大学の工作機械研究室（WZL）において、大型動力計を用いた極めて小さい力の測定と解析に成功しました。



開発パートナーとしてのキスラー

どんな用途にも大きな課題があります。それはブローチ加工、切断、ネジ切り、ポリシング、ホーニング、あるいは古典的なフライス加工、穴あけ加工、旋削加工、研削加工でも同じです。私たちは開発パートナーとして、ユーザと共に測定に関するカスタマイズソリューションを開発します。私たちは力、加速度、音響の測定に関わる専門企業として、長年の経験を役立てることが出来ます。また、キスラーのサービスは、コンサルティングから即時利用可能なソリューションの設計製作まで多岐にわたります。



難削材の旋削における力信号。左：新品の工具を使用した場合、右：摩耗した工具を使用した場合



キスラーの動力計を備えた精密平面ホーニング加工機械

ウエハディスクの製造において、平坦性、表面粗さ、ディスク厚さが品質を左右します。素材は一般的に極めて硬度が高いものの、非常に脆く、従来は遊離砥粒を含むペーストを使ってポリシングやホーニングを行っていました。こうした作業では、品質は保証されますが、効率が上がらず、かなりの汚れを覚悟しなくてはなりません。しかし、東北大学の厨川研究室でキスラーの技術が採用されたことで、効率向上に至る道が開けました。特殊な設計にダイヤモンドコーティングディスクが採用され、計測と解析を実現できるようになりました。また、ハンドリングの最適化と不良率の低下も可能になりました。



キスラーで行った独自加工で動力計を使用した場合

圧力センサ用のダイヤフラムなど、難削材から作られる薄い部品の場合、特に高いプロセス安定性と表面品質が求められます。その際にキスラーの測定技術を用いることで、プロセスの解析が可能になり、工具の寿命はもちろん、プロセス安定性も著しく向上させることができました。その結果、製造コストと不良率が低減しました。



運転条件下での冷却潤滑剤の評価

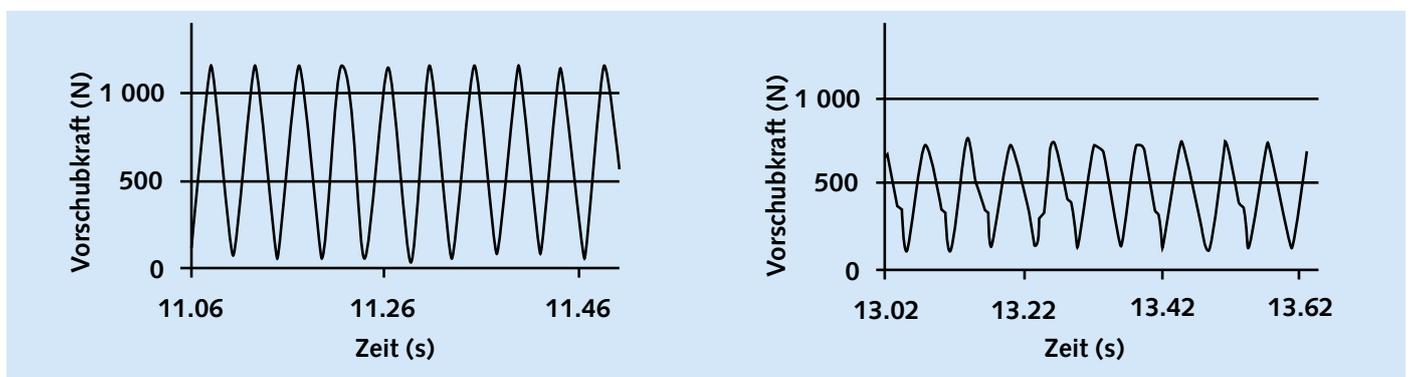
金属加工用潤滑剤のトップメーカーであるブラザー・スイスグループ社 (Blaser Swisslube AG、スイスのハスレ＝リュークザウ) は新しい冷却潤滑剤の開発に際し、キスラーの計測専門技術を採用しました。精度の高い測定データが得られるようになったことで、冷却潤滑剤が実用試験において使用上の要件に正しく適合し、顧客のもとでも高い信頼性をもって機能を保証できるようになりました。



稼働中の MITIS システム：キスラーの動力計（型式 9255C）の上にワークが取り付けられた状態

プロセスの最適化

加工プロセスの生産性と品質を向上させ、競争力を高めるためには、プロセスの最適化がカギとなります。MITIS は、これまで 10 年以上にわたり振動ドリルのシステム開発を手がけています。この種のシステムは、プロセスの安定性と効率を維持するために、削りくずの破碎が大きな影響を与える分野に用いられています。切削パラメータの最適化と振動の軸方向ストロークの調整のために、切削力測定システム（型式 9255）が定期的に使用されています。これにより、軸方向に過度な力がかかることで製品が変形するリスクを冒すことなく、プロセスパラメータを最適化できています。

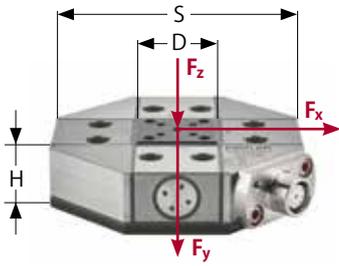


振動ドリルで穴あけを行う場合の軸方向の力の変動：力信号を用いてパラメータを最適化することで、工具が確実に動作し、削りくずが確実に破碎され、製品の変形を防ぐために力を最小限に抑えることが可能になります。

製品

固定式動力計

MicroDyn：小型多成分動力計、測定範囲：最大 500 N、トッププレート：30x30 mm



技術データ	型式	9109AA
測定範囲		
F_x, F_y, F_z (中央)	N	-500 ~ 500
M_z (単成分)	N·m	-50 ~ 50
校正範囲		
F_x, F_y, F_z	N	0 ~ 500
	N	0 ~ 50
	N	0 ~ 10
標準感度		
F_x, F_y	pC/N	≒ 12.5
F_z	pC/N	≒ 20
固有振動数 (本体のみの場合)		
$f_n(x)$	kHz	>15
$f_n(y)$	kHz	>15
$f_n(z)$	kHz	>15
使用温度範囲	°C	-20 ~ 70
寸法 (DxSxH)	mm	30x100x26
重量	kg	1.04
保護等級 IEC/EN 60529 (接続ケーブルを含む)		IP67
コネクタ部		Fischer フランジ 9ピン (メス)
データシート：		9109AA_003-346

特長

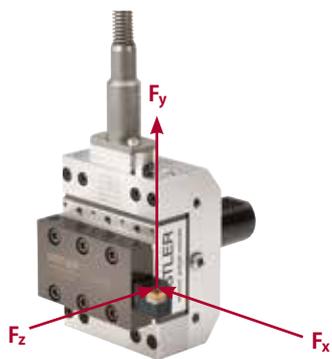
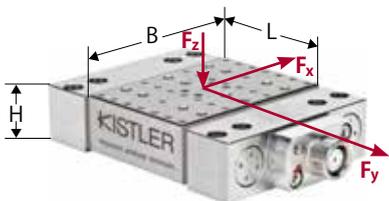
この小型動力計は、固定式動力計として新たに開発され、高い感度と固有振動数を備えた、非常にコンパクトで堅牢性の優れた動力計です。マイクロ切削加工時の切削力測定に大変適しています。

標準付属品

スチール製下板 (磁気取り付け用)	部品番号	55174784
六角穴付きボルト M4x25 8本	部品番号	65012704
付属品 (別途発注)		
8芯接続ケーブル	型式	1677A5 / 1677AQ02 / 1679A5

固定式動力計

小型多成分動力計、測定範囲：最大 4 kN



技術データ	型式	テーブル加工適用		旋削加工適用
		9119AA1	9119AA2	9119AA2 ¹⁾
測定範囲				
F_x, F_z	kN	-4 ~ 4	-4 ~ 4	-2 ~ 2 ²⁾
F_y	kN	-4 ~ 4	-4 ~ 4	-3 ~ 3 ²⁾
校正範囲				
F_x, F_z	kN	0 ~ 4,000	0 ~ 4,000	0 ~ 2,000
	kN	0 ~ 400	0 ~ 400	0 ~ 200
	kN	0 ~ 40	0 ~ 40	
F_y	kN	0 ~ 4,000	0 ~ 4,000	0 ~ 3,000
	kN	0 ~ 400	0 ~ 400	0 ~ 300
	kN	0 ~ 40	0 ~ 40	
標準感度				
F_x, F_z	pC/N	≒ -26	≒ -26	≒ -26
F_y	pC/N	≒ -13	≒ -13	≒ -13
固有振動数				
$f_n(x)$	kHz	≒ 6.0	≒ 4.3	≒ 1.25 ³⁾
$f_n(y)$	kHz	≒ 6.4	≒ 4.6	≒ 1.5 ³⁾
$f_n(z)$	kHz	≒ 6.3	≒ 4.4	≒ 2.5 ³⁾
プリロード		横方向	横方向	
使用温度範囲	°C	-20 ~ 70	-20 ~ 70	-20 ~ 70
寸法 (LxBxH)	mm	39x80x26	55x80x26	55x80x26
重量	g	930	1350	アダプタによって異なる
保護等級 IEC/EN 60529 (接続ケーブルを含む)		IP67	IP67	IP67
接続		Fischer フランジ 9ピン (メス)	Fischer フランジ 9ピン (メス)	Fischer フランジ 9ピン (メス)

特長

取り付けサイズが最も小さい動力計です。構成を最適化し、厳選した材料を採用することで、6 kHz を超える力の 3 方向すべてで固有振動数を実現しています (型式 9119AA1)。高感度の結晶を使用し、従来の動力計と比べて 3 倍高い感度に対応できるため、極めて小さな力も非常に正確に測定することができます。横方向のプリロードにより、測定信号に与える熱的作用が最小限に抑えられています。

¹⁾ アダプタ (型式 9119A...) を使用した場合

²⁾ アダプタによって異なる

³⁾ VDI 用アダプタ (型式 9119AB30S)、ツールホルダ (型式 9119AE16)、動力計 (型式 9119AA2) と工具 (280 g) の場合

固定式動力計

ツールホルダ	小型多成分動力計 9119AA2	アダプタ
--------	------------------	------



ツールホルダ 型式 9119AE... ツールホルダ (中ぐり用) 型式 9119AF16	付属品 (別途発注) : 3 芯接続ケーブル 型式 : 1687B5 / 1687BQ02 / 1688B5 / 1689B5 8 芯接続ケーブル 型式 : 1677A5 / 1677AQ02 / 1678A5 / 1679A5 データシート : 9119AA1_003-060 9119AA2_003-055	VDI 用 型式 9119AB... Capto 用 型式 9119AC... HSK-T 用 型式 9119AH63...
--	---	--

特長

動力計 (型式 9119AA2) をベースとしたモジュラ構成の測定システムで、VDI 用アダプタと工具ナットを使用して簡単に取付可能です。動力計 (型式 9119AA2) に適合した市販のさまざまなアダプタを使用できます。



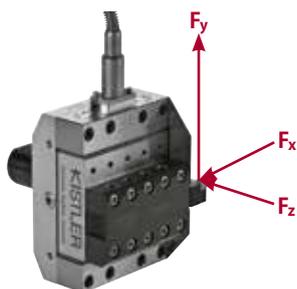
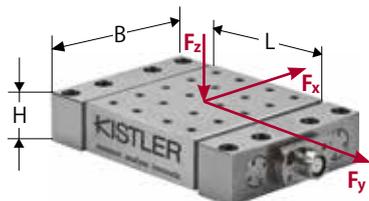
動力計 型式 9119AA2 による研削加工時の力測定

固定式動力計

MidiDyn：多成分動力計、測定範囲：最大 10 kN、トッププレート：90x105 mm

テーブル加工適用

旋削加工適用



技術データ	型式	9129AA	9129AA ¹⁾
測定範囲			
F_x, F_z	kN	-10 ~ 10	-5 ~ 5 ²⁾
F_y	kN	-10 ~ 10	-8 ~ 8 ²⁾
校正範囲			
F_x, F_z	kN	0 ~ 10	0 ~ 5
	kN	0 ~ 1	0 ~ 0.5
	kN	0 ~ 0.1	
F_y	kN	0 ~ 10	0 ~ 8
	kN	0 ~ 1	0 ~ 0.8
	kN	0 ~ 0.1	
標準感度			
F_x, F_z	pC/N	≒ -8	≒ -8
F_y	pC/N	≒ -4.1	≒ -4.1
固有振動数			
$f_n(x)$	kHz	≒ 3.5	≒ 1.5 ³⁾
$f_n(y)$	kHz	≒ 4.5	≒ 1.5 ³⁾
$f_n(z)$	kHz	≒ 3.5	≒ 2.5 ³⁾
プリロード		横方向	
使用温度範囲	°C	0 ~ 70	0 ~ 70
寸法 (LxBxH)	mm	90x105x32	90x105x32
重量	kg	3.2	アダプタによって異なる
保護等級 IEC/EN 60529 (接続ケーブルを含む)		IP67	IP67
コネクタ部		Fischer フランジ 9ピン (メス)	Fischer フランジ 9ピン (メス)

特長

低い構造高さと広い測定範囲を備えたこの動力計は、精密機械での測定に大変適しており、力の3方向すべてで高い固有振動数を実現しています。測定中の温度差による不要な出力の影響は、横方向のプリロードによって大きく抑えられています。

¹⁾ アダプタ (型式 9129A...) を使用した場合

²⁾ アダプタによって異なる

³⁾ VDI 用アダプタ (型式 9129AB40)、ツールホルダ (型式 9129AE25)、動力計 (型式 9129AA) と工具 (280 g) の場合



動力計 (型式 9129AA) を使用したフライス加工



ツールホルダ 型式 9129AE...
 ツールホルダ (中ぐり用) 型式 9129AF40
 CoroTurn SL 型式 9129AG40

付属品 (別途発注) :
 3 芯接続ケーブル
 型式 : 1687B5 / 1687BQ02 / 1688B5 / 1689B5
 8 接続ケーブル
 型式 : 1677A5 / 1677AQ02 / 1678A5 / 1679A5

VDI 用 型式 9129AB...
 クランプウェッジ 型式 9129AD...
 Capto 用 型式 9129AC...

データシート : 9129AA_000-709
 9129AA_000-710

特長

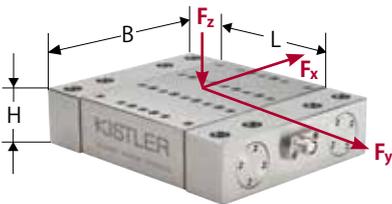
広い測定範囲を備えた動力計 (型式 9129AA) をベースとしたモジュラ構成の測定システムで、VDI 用アダプタやツールホルダを少ない費用で動力計に取り付けることができます。動力計 (型式 9129AA) に適合した市販のさまざまなアダプタを使用できます。



動力計 (型式 9129A) を使用した旋盤加工

固定式動力計

MaxiDyn：多成分動力計、測定範囲：最大 30 N、トッププレート：140x190 mm



技術データ	型式	9139AA
最大許容測定範囲		
F_x, F_y, F_z	kN	-30 ~ 30
校正範囲	kN	0 ~ 30
F_x, F_y, F_z	kN	0 ~ 3
	kN	0 ~ 0.3
標準感度		
F_x, F_z	pC/N	≈ -8.2
F_y	pC/N	≈ -4.2
固有振動数		
$f_n(x)$	kHz	≈ 2.9
$f_n(y)$	kHz	≈ 2.9
$f_n(z)$	kHz	≈ 3.0
プリロード		横方向
使用温度範囲	°C	-20 ~ 70
寸法 (LxBxH)	mm	140x190x58
重量	kg	≈ 12.9
保護等級 IEC/EN 60529 (接続ケーブルを含む)		IP67
コネクタ部		Fischer フランジ 9ピン (メス)
データシート：		9139AA_003-198

特長

横方向のプリロードにより、測定中の温度差による不要な出力の影響を確実に排除できる、コンパクトで堅牢性に優れた動力計です。測定範囲が広いいため、重切削加工時の力測定にも対応できます。

付属品 (別途発注)

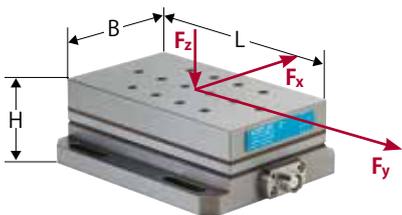
3 芯接続ケーブル	型式	1687B5 / 1687BQ02 / 1688B5 / 1689B5
8 芯接続ケーブル	型式	1677A5 / 1677AQ02 / 1678A5 / 1679A5



動力計 (型式 9139AA) を使用したフライス加工

固定式動力計

多成分動力計、測定範囲：最大 10 kN、トッププレート：100x170 mm



技術データ	型式	9257B
測定範囲		
F_x, F_y	kN	-5 ~ 5
F_z	kN	-5 ~ 10
校正範囲		
F_x, F_y	kN	0 ~ 5
	kN	0 ~ 0.5
F_z	kN	0 ~ 10
	kN	0 ~ 1
標準感度		
F_x, F_y	pC/N	≈ -7.5
F_z	pC/N	≈ -3.7
固有振動数		
$f_n(x), f_n(y)$	kHz	≈ 2.3
$f_n(z)$	kHz	≈ 3.5
プリロード		縦方向
使用温度範囲	°C	0 ~ 70
寸法 (LxBxH)	mm	170x100x60
重量	kg	7.3
保護等級 IEC/EN 60529 (接続ケーブルを含む)		IP67
コネクタ部		Fischer フランジ 9ピン (メス)
データシート：		9257B_000-151

特長

幅広い用途に使用できる動力計です。ハンディなサイズとさまざまな用途に対応可能な測定範囲により、型式 9257B の多成分動力計はヒット製品となっています。工作テーブルには長穴タイプのサイドフランジを使って取り付けます。

付属品 (別途発注)

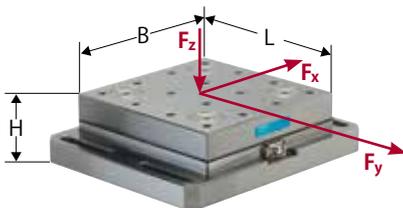
	型式	
3 芯接続ケーブル	型式	1687B5 / 1687BQ02 / 1688B5 / 1689B5
8 芯接続ケーブル	型式	1677A5 / 1677AQ02 / 1678A5 / 1679A5
ツールホルダ	型式	9403
ケーブル接続部防水カバー	型式	1431A1



動力計 (型式 9257B) を使用したネジ切り

固定式動力計

多成分動力計、測定範囲：最大 60 kN、トッププレート：260x260 mm



技術データ	型式	9255C
測定範囲		
F _x , F _y	kN	-30 ~ 30
F _z	kN	-10 ~ 60
校正範囲		
F _x , F _y	kN	0 ~ 30
	kN	0 ~ 3
F _z	kN	0 ~ 60
	kN	0 ~ 6
標準感度		
F _x , F _y	pC/N	≒ -7.9
F _z	pC/N	≒ -3.9
固有振動数		
f _n (x)	kHz	≒ 2.2
f _n (y)	kHz	≒ 2.2
f _n (z)	kHz	≒ 3.3
プリロード		縦方向
使用温度範囲	°C	-20 ~ 70
寸法 (LxBxH)	mm	260x260x95
重量	kg	52
保護等級 IEC/EN 60529 (接続ケーブルを含む)		IP67
コネクタ部		Fischer フランジ 9ピン (メス)
データシート：		9255C_003-051

特長

すべての動力計の最大測定範囲をカバーし、重切削加工にも対応した、堅牢性の優れた動力計です。工作機械の工作テーブルには、長穴タイプのサイドフランジを使って取り付けます。この動力計は動力計内の4箇所までボルト固定することにより、固有振動数が高まります。

付属品 (別途発注)

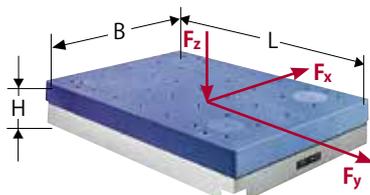
3芯接続ケーブル	型式	1687B5 / 1687BQ02 / 1688B5 / 1689B5
8芯接続ケーブル	型式	1677A5 / 1677AQ02 / 1678A5 / 1679A5
ケーブル接続部防水カバー	型式	1431A1



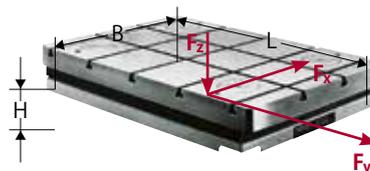
動力計 (型式 9255C) を使用したフライス加工

固定式動力計

多成分測定用フォースプレート、測定範囲：最大 30 kN、トッププレート：400x600 mm



型式 9253B22¹⁾



型式 9253B23²⁾

¹⁾ ねじ穴 (M10x18) 付きのトッププレート

²⁾ T溝 (10H12) 付きのトッププレート

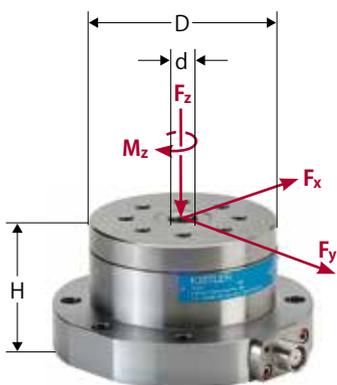
技術データ	型式	9253B22	9253B23
測定範囲			
F _x , F _y	kN	-15 ~ 15	-12 ~ 12
F _z	kN	-15 ~ 30	-12 ~ 25
校正範囲			
F _x , F _y	kN	0 ~ 15	0 ~ 12
	kN	0 ~ 1.5	0 ~ 1.2
F _z	kN	0 ~ 30	0 ~ 25
	kN	0 ~ 3	0 ~ 2.5
標準感度			
F _x , F _y	pC/N	≒ ± 7.8	≒ ± 7.8
F _z	pC/N	≒ ± 3.7	≒ ± 3.7
固有振動数			
f _n (x)	Hz	≒ 580	≒ 610
f _n (y)	Hz	≒ 550	≒ 570
f _n (z)	Hz	≒ 720	≒ 570
プリロード		縦方向	縦方向
使用温度範囲	°C	-20 ~ 70	-20 ~ 70
寸法 (LxBxH)	mm	600x400x100	600x400x100
重量	kg	90	85
保護等級 IEC/EN 60529 (接続ケーブルを含む)		IP67	IP67
コネクタ部		Fischer フランジ 9ピン (メス)	Fischer フランジ 9ピン (メス)
データシート：		9253B_000-146	9253B_000-146

特長 トッププレートのサイズは 400x600 mm となっており、大きなワークの切削力測定にも対応できます。

付属品 (別途発注)			
3 芯接続ケーブル	型式	1687B5 / 1687BQ02 / 1688B5 / 1689B5	
8 芯接続ケーブル	型式	1677A5 / 1677AQ02 / 1678A5 / 1679A5	
ケーブル接続部防水カバー	型式	1431A1	

固定式動力計

4 成分動力計、穴あけ加工時の切削力測定用



技術データ	型式	9272
測定範囲		
F_x, F_y	kN	-5 ~ 5
F_z	kN	-5 ~ 20
M_z	N·m	-200 ~ 200
校正範囲		
F_x, F_y	kN	0 ~ 5
	kN	0 ~ 0.5
F_z	kN	0 ~ 20
	kN	0 ~ 2
M_z	N·m	0 ~ ± 200
	N·m	0 ~ ± 20
標準感度		
F_x, F_y	pC/N	≒ -7.8
F_z	pC/N	≒ -3.5
M_z	pC/N·m	≒ -160
固有振動数		
$f_n(x), f_n(y)$	kHz	≒ 3.1
$f_n(z)$	kHz	≒ 6.3
$f_n(M_z)$	kHz	≒ 4.2
プリロード		縦方向
使用温度範囲	°C	0 ~ 70
寸法 (DxdxH)	mm	ø100xø15x70
重量	kg	4.2
保護等級 IEC/EN 60529 (接続ケーブルを含む)		IP67
コネクタ部		Fischer フランジ 9ピン (メス)
データシート:		9255C_000-153

特長

唯一の固定式動力計 4 成分動力計は、力の 3 方向のほか、動力計の中央のモーメント M_z も直接測定できるため、トルクを精密に測定可能です。

付属品 (別途発注)

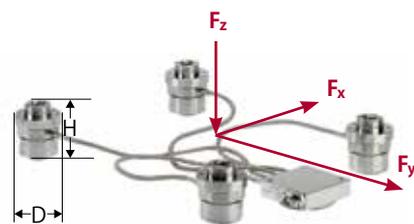
8 芯接続ケーブル	型式	1677A5 / 1677AQ02 / 1678A5 / 1679A5
ツールホルダ	型式	9404
ケーブル接続部防水カバー	型式	1431A1



動力計 (型式 9272) を使用した、水晶の切削力測定

固定式動力計

多成分力センサユニット 測定範囲：最大 60 kN



技術データ	型式	9366CC...
測定範囲		
F_x, F_y	kN	-25 ~ 25 ¹⁾
F_z	kN	-25 ~ 60 ¹⁾
校正範囲		
F_x, F_y	kN	0 ~ 25
	kN	0 ~ 2.5
F_z	kN	0 ~ 60
	kN	0 ~ 6
標準感度		
F_x, F_y	pC/N	≒ -7.8
F_z	pC/N	≒ -3.8
固有振動数		
$f_n(x), f_n(y), f_n(z)$	Hz	≒ 200 ~ 1,600 ¹⁾
プリロード		縦方向
使用温度範囲	°C	-20 ~ 70
寸法 (DxH)	mm	72x90
トッププレートの最大寸法	mm	900x900
重量	kg	7
保護等級 IEC/EN 60529 (接続ケーブルを含む)		IP67
コネクタ部		Fischer フランジ 9ピン (メス)
データシート：		366CC_000-681

¹⁾ トッププレートのサイズと材料によって異なる

特長

すぐに接続して使用できる校正済みの多成分力センサユニットは、多成分測定プラットフォームに取り付けることができます。300x300 mm ~ 900x900 mm のトッププレートを使用可能です。

付属品 (別途発注)

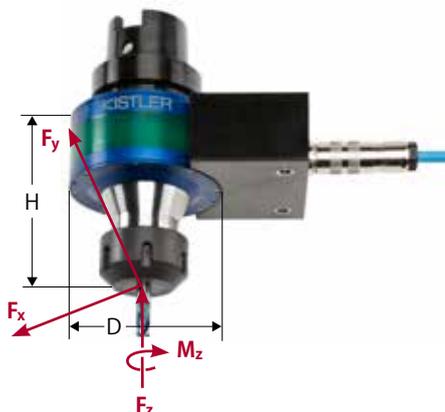
3 芯接続ケーブル	型式	1687B5 / 1687BQ02 / 1688B5 / 1689B5
8 芯接続ケーブル	型式	1677A5 / 1677AQ02 / 1678A5 / 1679A5
ケーブル接続部防水カバー	型式	1431A1



動力計 (型式 9366CC) を使用したチタン合金の切削力測定

回転式動力計

回転式 4 成分動力計 (RCD)、最高回転数：20000 rpm、切削力測定用



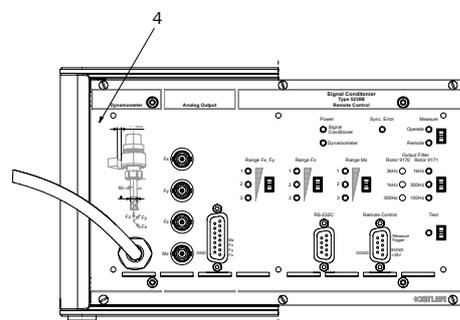
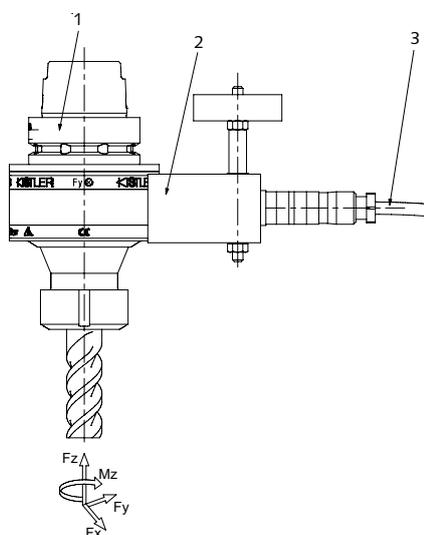
技術データ	型式	9170A...
測定範囲 (定格)		
F_x, F_y	kN	-5 ~ 5 ¹⁾
F_z	kN	-20 ~ 20 ¹⁾
M_z	N·m	-150 ~ 150 ¹⁾
最高回転数	rpm	20,000 ¹⁾
標準感度 (最小 / 最大)		
F_x, F_y	mV/N	≒ 2 / ≒ 20
F_z	mV/N	≒ 0.5 / ≒ 5
M_z	mV/N·m	≒ 66 / ≒ 1,000
固有振動数		
$f_n(x)$	kHz	≒ 2 ²⁾
$f_n(y)$	kHz	≒ 2 ²⁾
$f_n(z)$	kHz	≒ 7.6 ²⁾
使用温度範囲	°C	0 ~ 60
寸法 (DxH)	mm	85x95
ロータの重量	kg	1.6 ²⁾
保護等級 IEC/EN 60529 (接続ケーブルを含む)		IP67
信号の転送		非接触式
データシート：		9255C_000-995

特長

この回転式 4 成分動力計を使用すれば、径方向 (F_x, F_y)、軸方向 (F_z) の力と最高 20,000 rpm の主軸回転数の切削プロセスのトルクを測定できます。クーラントは内部で供給することができます。測定信号の伝送と電源供給は非接触で送られます。RCD には市販のさまざまな主軸アダプタを選択可能です。

¹⁾ 主軸アダプタと力の作用点によって異なる

²⁾ 主軸アダプタ (HSK-A63) と一体型コレットチャックアダプタを備えたロータの場合 (工具なし)



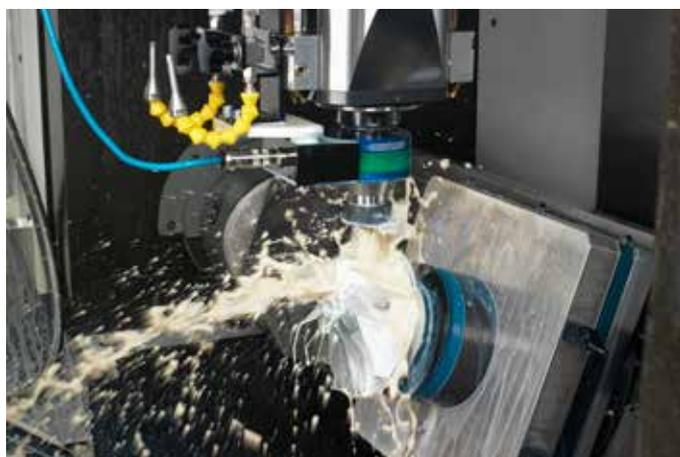
- 1 ロータ 型式 9170A...
- 2 ステータ 型式 5236B
- 3 接続ケーブル 型式 1500A95、長さ = 10 m
- 4 シグナルコンディショナ 型式 5238B1/B2

回転式動力計

ロータ



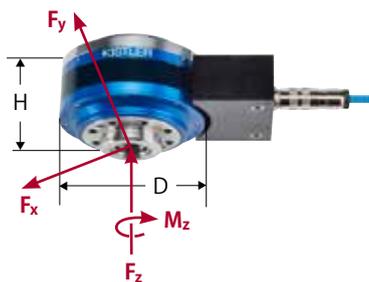
技術データ	型式	9107A...
主軸アダプタ		HSK-A40、HSK-A50、 HSK-A63、HSK-A80、 HSK-E50、HSK-E63 DIN 69871-AD30、 DIN 69871-AD40、 DIN 69871-AD50 MAS 403 BT 30、MAS 403 BT 40、MAS 403 BT 50 CAT 30、CAT 40、CAT 50 Capto C5、Capto C6
データシート：		9170A_000-995
特長		回転式動力計 9170A の場合、主軸アダプタとツールアダプタが固定して取り付けられており、納品後にアダプタの交換はできません。



回転式動力計（型式 9107A）を使用したインペラのフライス加工

回転式動力計

回転式 4 成分動力計、最高回転数：12,000 rpm、重切削加工時の切削力測定用



技術データ	型式	9171A...
測定範囲 (定格)		
F_x, F_y	kN	-20 ~ 20 ³⁾
F_z	kN	-30 ~ 30 ³⁾
M_z	N·m	-1,000 ~ 1,000 ³⁾
最高回転数		
	rpm	12,000
標準感度 (最小 / 最大)		
F_x, F_y	mV/N	≐ 0.5 / ≐ 4.8
F_z	mV/N	≐ 0.3 / ≐ 4.8
M_z	mV/N·m	≐ 9 / ≐ 96
固有振動数		
$f_n(x)$	kHz	≐ 1.1 ¹⁾
$f_n(y)$	kHz	≐ 1.1 ¹⁾
$f_n(z)$	kHz	≐ 7.6 ¹⁾
使用温度範囲		
	°C	0 ~ 60
寸法 (DxH)		
	mm	118x85
重量		
	kg	3.3 ²⁾
保護等級 IEC/EN 60529		
		IP67
信号の転送		
		非接触式
データシート：		9171A_003-155

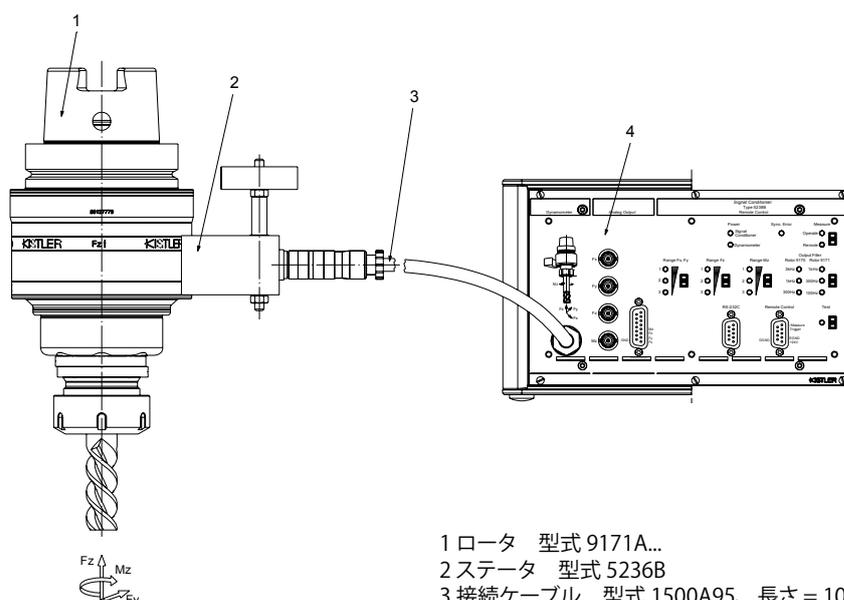
特長

この回転式 4 成分動力計は広い測定範囲を備えており、最高 12,000 rpm の回転数にも対応しているため、重切削加工時にも使用できます。ロータはモジュール構成となっており、さまざまな主軸アダプタ/ツールアダプタをいつでも交換できます。クーラントは内部で供給することができます。測定信号の伝送と電源供給は非接触で送られます。

¹⁾ 主軸アダプタ (HSK-A100) 付きのロータの場合 (ツールアダプタなし)

²⁾ 主軸アダプタおよびツールアダプタ付きのロータの場合

³⁾ 測定範囲は主軸アダプタと型式によって異なる。データシートを参照



1 ロータ 型式 9171A...

2 スタータ 型式 5236B

3 接続ケーブル 型式 1500A95、長さ = 10 m

4 シグナルコンディショナ 型式 5238B1/B2

回転式動力計

ロータ



技術データ	型式	9171A
主軸アダプタ		HSK-A63、HSK-A80、 HSK-A100 DIN 69871-AD40、 DIN 69871-AD50 MAS 403 BT 40、 MAS 403 BT 50 CAT 40、CAT 50 Capto C6、Capto C8
ツールアダプタ		<ul style="list-style-type: none"> • Rego Fix のコレットチャックホルダ (型式 PowRgrip PG32-SG) • コレットチャックホルダ (型式 ER32、DIN 6499-B32) • コレットチャックホルダ (型式 ER40、DIN 6499-B40) • BIG KAISER のチャックホルダ (MEGA New Baby Chuck) • TENDO 油圧ツールホルダ (Schunk 製)
データシート：		9171A_003-155

特長

回転式動力計 9171A には、主軸アダプタとツールアダプタがモジュール方式で取付けられるため、アダプタのみで購入可能です。アダプタはいつでも交換できます。(注意：ロータはアダプタを交換するたびに調整する必要があります)



BIG KAISER
MEGA New Baby Chuck



Schunk
TENDO



Rego Fix
SecuRgrip

アンプ、収集、評価 – すべてを1つのシステムで実現

測定

チャージアンプ+データ収集 (DAQ) システム

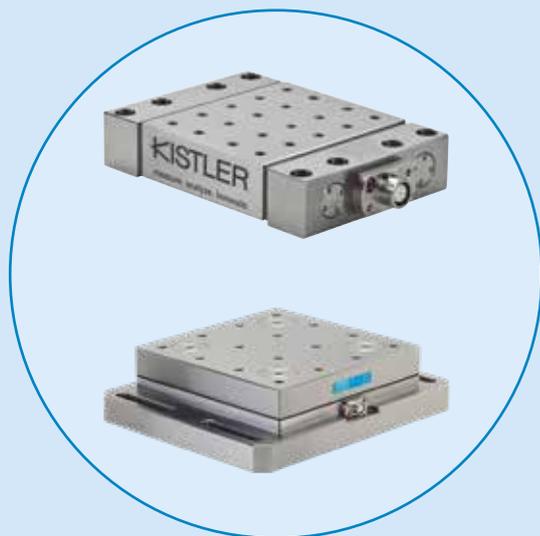
回転式動力計



シグナルコンディショナ



固定式動力計



チャージアンプ



動力計は、各測定構造の中核を成すシステムです。測定対象の物理的パラメータを把握し、その情報を電荷信号の形でチャージアンプに転送します。その際に使用するものは、多くの場合は工作テーブルに取り付けられた固定式動力計か、または主軸インタフェースを介して主軸に組み込んで取り付けられた回転式動力計です。

キスラーは、スタンドアロンタイプのデータ収集システムとチャージアンプを内蔵したシステムを提供しています。固定式動力計には、チャージアンプ「LabAmp 5167A」を直接使用できます。このアンプは電荷信号を電圧に変換し、アナログ/デジタルの変換を行います。データはソフトウェア「DynoWare」で表示されます。

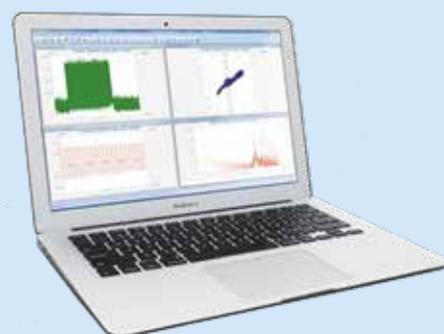
データ収集システム



LabAmp



DynoWare



組み込まれているデータ収集原理は、固定式動力計による測定にのみ対応しています。回転式動力計の場合には、ロータの供給電源とデータの転送のためのシグナルコンディショナも必要になります。回転式動力計とチャージアンプ 5080 を使用した高精度測定の場合には、データ収集システム 5697 を使用します。このシステムは「DynoWare」とも互換性があり、データを解析して可視化できます。

「DynoWare」はシンプルな操作が可能な汎用ソフトウェアで、動力計または単成分 / 多成分力センサによる力測定を行う場合に大変適しています。「DynoWare」を使用すれば、信号解析において測定波形をオンラインで可視化したり、便利な計算 / グラフィック機能を活用できます。

LabAmp シリーズ

型式 5167A と 5165A で構成される LabAmp シリーズは、さまざまなセンサタイプの多数の信号を変換・収集できます。チャージアンプ 5165A は、電圧、IEPE や電荷信号の動的な測定に大変適しています。LabAmp 5167A には、LabAmp 5165A とは異なり、固定式動力計用の仕様が用意されています。



物理的パラメータ

- ・ 力
- ・ 加速度
- ・ 圧力
- ・ 電圧



切削プロセスにおける高精度な測定とデータの収集

チャージアンプ「LabAmp 5167A」は固定式動力計とともに、切削プロセスでの力とモーメントを把握するための測定システム全体を構成します。チャージアンプは高絶縁の入力装置を備えており、最小限のドリフトで測定を行います。低ノイズ設計となっており、小さな力信号も測定することができます。動力計と用途に応じて 4 または 8 チャンネル仕様があります。

その他の力、加速度、圧力や電圧の信号を受け取るために、LabAmp 5167A をさらに 5165A/5167A と組み合わせることができます。このように、LabAmp シリーズは切削プロセスの調査全般に対応したソリューションとなります。



「DynoWare」によるデータの可視化

データの再加工と可視化は「DynoWare」、またはユーザが入手したソフトウェアで行います。「DynoWare」は、切削プロセスにおける力信号の解析に特化した多数の機能を備えています。その例として、温度ドリフト補正機能や、さまざまなフィルタオプションを挙げることができます。LabAmp 5167A は Ethernet を通じて PC と通信し、「DynoWare」を介して、またはブラウザで設定します。



ソフトウェアと設定

- DynoWare
- ウェブブラウザ
- Labview インタフェース

マルチデバイスクライアント

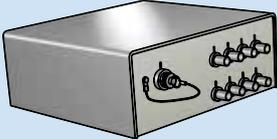
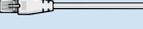
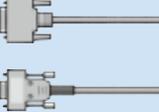
Precision Time Protocol (PTP) 機能を使用すれば、Ethernet を介して他の LabAmp 装置 (例:5165A/5167A) とネットワークを形成できます。さまざまな装置の測定信号には、同期化されたタイムスタンプが付与されます。

遠隔制御

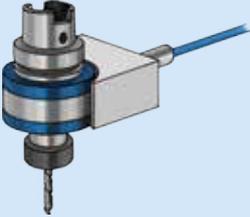
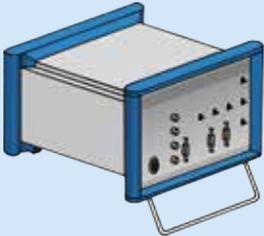
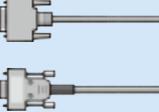
LabAmp 5167A には、自動測定を行うために、外部から測定を制御できる独立したデジタル入力装置が用意されています。また、測定は各チャンネルの信号の上昇がトリガーとなって開始されます。

測定システム

固定式動力計

	測定	接続	チャージアンプ+データ収集 (DAQ) システム	
3、4または6成分測定用	9119AA1 9119AA2 9129AA 9139AA 9253B... 9255C 9257B 9366CC... 	3芯接続ケーブル 1687B5/1687BQ02/1689B5 8芯接続ケーブル 1677A5/1677AQ02/1679A5 	LabAmp 5167A81 LabAmp 5167A41 	Ethernet ケーブル 
2または4成分測定用	9272 	8芯接続ケーブル 1677A5/1677AQ02/1679A5 	LabAmp 5167A81 LabAmp 5167A41 	Ethernet ケーブル 
3、4または6成分測定用 高精度	9119AA1 9119AA2 9129AA 9139AA 9253B... 9255C 9257B 9366CC... 	3芯接続ケーブル 1687B5/1687BQ02/1689B5 8芯接続ケーブル 1677A5/1677AQ02/1679A5 	5080A... 	1700A111A2 1200A27 

回転式動力計 (RCD)

回転式動力計	9170A... 9171A... 	5236B 1500A95 	5238B... 	1700A111A2 1200A27 
--------	---	---	---	--

解析

Ethernet ケーブル接続可能な PC
ソフトウェア「DynoWare」搭載



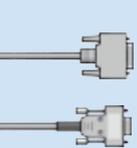
Ethernet ケーブル接続可能な PC
ソフトウェア「DynoWare」搭載



5697A...

USB ケーブル

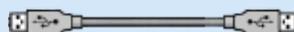
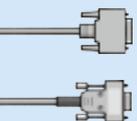
USB ケーブル接続可能な PC
ソフトウェア「DynoWare」搭載



5697A...

USB ケーブル

USB ケーブル接続可能な PC
ソフトウェア「DynoWare」搭載



チャージアンプ

高性能多チャンネルチャージアンプ（多成分力測定用）



技術データ	型式	5080A...
チャンネル数		1 ~ 8
測定範囲 FS	pC	± 2 ~ 2,200,000
測定範囲設定		無段階
周波数帯域 (-3 dB)	kHz	0 ~ 200
出力信号	V	± 10 / -8 ~ 10
モジュール（別途発注）		- チャージアンプ - デュアルモニタ (電荷入力 / 電圧入力)
供給電源	VAC	100 ~ 240
	VDC	11 ~ 36
入力信号	型式 / コネクタ	圧電式、選択可能： - BNC（メス） - Fischer（9ピン、メス）
出力信号	型式 / コネクタ	- BNC（メス） - D-Sub（15ピン、メス）
保護等級 IEC/EN 60529		IP40
インタフェース		- RS-232C - USB 2.0
ケース（別途発注）		- 19 ラックモジュール (DIN 41494) - デスクトップタイプ サポートブラケット付
その他の機能		機械的パラメータの表示
データシート：		5080A_000-744

特長

チャージアンプには、小さな力を極めて精密に測定できるという卓越した特長があります。非常に柔軟なセンサとの組み合わせができ、ニーズに応じていつでも調整可能です。純粋なチャージアンプモジュールのほか、デュアルモニタモジュールも使用でき、電荷出力付きのセンサと一体型エレクトロニクス（Piezotron）付きのセンサを接続することができます。

付属品（別途発注）

RS-232C インターフェースケーブル	型式	1200A27
信号出力用接続ケーブル	型式	1700A111A2
信号出力用接続ケーブル	型式	1700A113A2
DAQ トリガー近接スイッチ	型式	2233B

AD 変換機能内蔵多チャンネルチャージアンプ

AD 変換機能内蔵多チャンネルチャージアンプ（多成分力測定用）



技術データ	型式	5167A...
チャンネル数		
型式 5167A41		4
型式 5167A81		8
入力コネクタタイプ		Fischer (9ピン、メス)
アナログ出力コネクタタイプ		BNC (メス)
Ethernet インタフェース		2xRJ45
リモートコントロール		D-Sub 9f
測定範囲	pC	± 100 ~ 1,000,000
周波数範囲 (-3 dB)	Hz	≒ 0 ~ >45 000
定格電圧出力	V	± 10
出力インピーダンス	Ω	10
ADC 分解能	bit	24
ADC サンプリングレート	kSps	625
チャンネル毎の出力レート (調整可能)	kSps	100
フィルタタイプ		Bessel または Butterworth
順位		2./4.
データシート:		5080A_003-277

特長

このデータ収集システムにはチャージアンプが組み込まれており、多成分の力測定に大変適しています。操作は Ethernet を介して行います。システムは「DynoWare」を介して設定され、そこでデータを可視化することができます。このシステムは、切削プロセスにおける固定式動力計を使用した測定に適しています。

標準付属品

Ethernet ケーブル

AD 変換機能内蔵多チャンネルチャージアンプ（動的測定用）



技術データ	型式	5165A...
チャンネル数		4
入力コネクタタイプ		BNC (メス)
アナログ出力コネクタタイプ		BNC (メス)
測定範囲	pC	± 100 ~ 1,000,000
定格電圧出力	V	± 10
ADC 分解能	bit	24
ADC サンプリングレート	kSps	625
チャンネル毎の出力レート (調整可能)	kSps	100
フィルタタイプ		Bessel または Butterworth
順位		2./4.

特長

キスラーのチャージアンプ「LabAmp 型式 5165A」は、動的信号に対応した汎用の実験室測定用チャージアンプです。圧電式センサ、Piezotron センサ (IEPE)、そして電圧信号は高分解能でデジタル処理されます。シンプルなデータ収集機能と自由に設定可能なアナログ出力装置により、使用できる幅が広がります。

データ収集システム

DynoWare 用 DAQ システム (最大 28ch)



技術データ	型式	5697A...
チャンネル数		28
分解能	bit	16
サンプリング周波数		
1 チャンネルの場合	kS/s	1 000
8 チャンネルの場合	kS/s	125
16 チャンネルの場合	kS/s	62.5
PC とのインタフェース		USB 2.0 タイプ B (メス)
寸法	mm	208x70x249
重量	kg	2.2
データシート:		5080A_000-745

特長 幅広い用途に使用できるこのデータ収集システムは、最大 1 MHz のアナログ信号のサンプリングを行うことができます。ソフトウェア「DynoWare」と組み合わせると、キスラーのチャージアンプとシグナルコンディショナを操作できるようになります。PC との接続は、USB インタフェース経由で行います。ソフトウェア「DynoWare」は、このデータ収集システムとのパッケージで入手可能です。

付属品 (別途発注)		
RS-232C インタフェースケーブル	型式	1200A27
信号出力用接続ケーブル	型式	1700A111A2
信号出力用接続ケーブル	型式	1700A113A2
DAQトリガー 近接スイッチ	型式	2233B

ソフトウェア

DynoWare - Windows 対応データ収集用ソフトウェア



技術データ	型式	2825A...
対応チャージアンプ	型式	5011、5015A..., 5018A..., 5017、5019、 5070A..., 5080A...
対応シグナルコンディショナ 回転式動力計 (RCD 用)	型式	5223B..., 5237A... 5238B...
追加情報		データシートを参照
対応 OS		Windows 7 Windows 8 Windows 10
データシート:		5080A_000-710

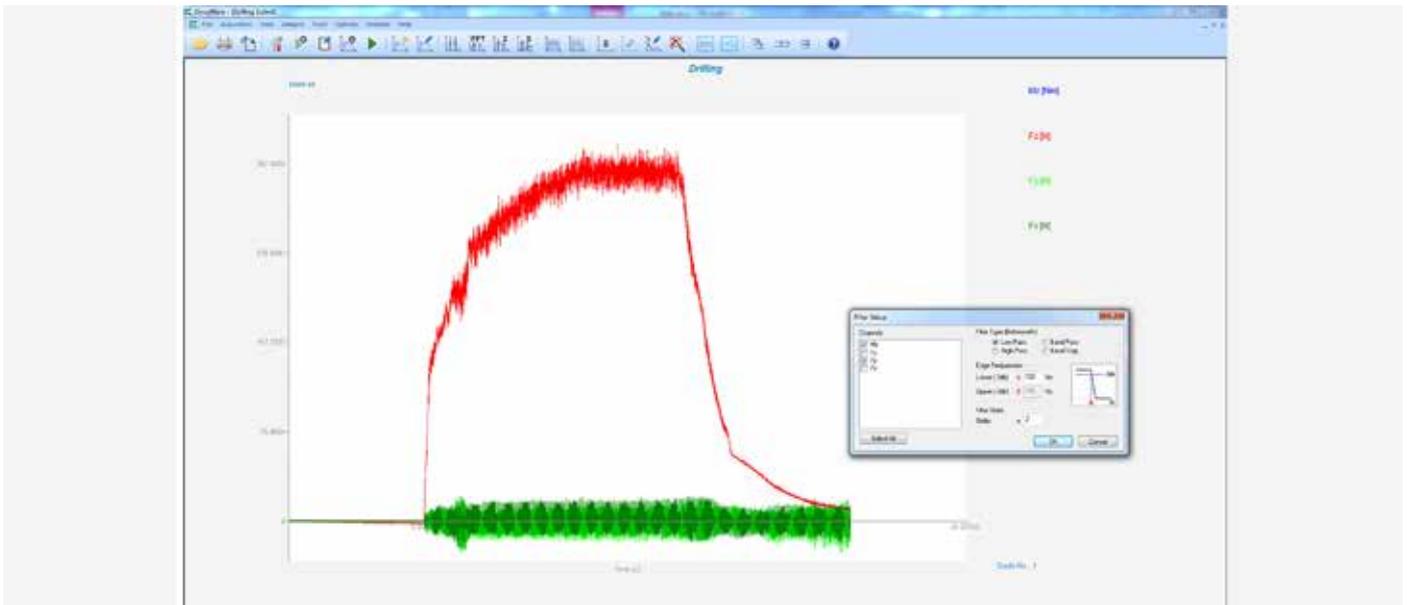
標準付属品		
DynoWare 用 DAQ システム	型式	5697A...

DynoWare

簡単に操作できるこのソフトウェアにより、チャージアンプ (LabAmp) とシグナルコンディショナを RS-232C、USB、または Ethernet (IEEE-488) 経由で設定できます。さらに、測定信号の同時記録と便利な信号評価機能、計算機能も利用でき、取得した測定データを簡単にエクスポート可能です。ソフトウェアを使用すれば、任意の物理的測定パラメータ (特に準静的力信号) を測定・評価できるようになります。データを取得するために、センサの設定のほか、サンプリングレート、ハードウェアフィルタや遠隔操作機能を設定することもできます。

取得したデータを解析するために、以下の評価機能を使用することができます。

- 操作した信号のための仮想チャンネルの作成
- 計算機能によるデータの操作
- デジタルフィルタリング
- 全体または一部の範囲の高速フーリエ変換 (FFT)
- 極座標系の信号表示
- ドリフト補正
- トリガ

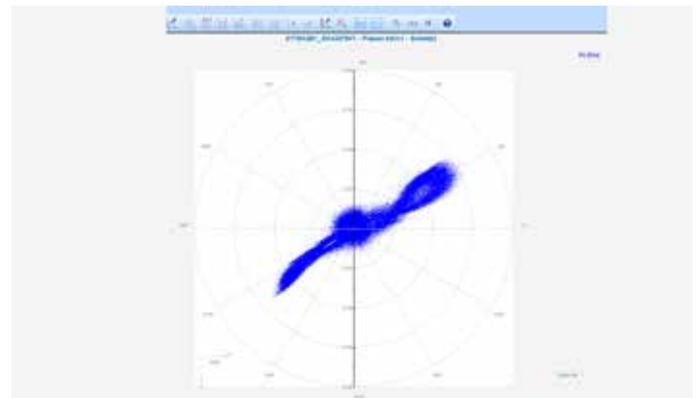
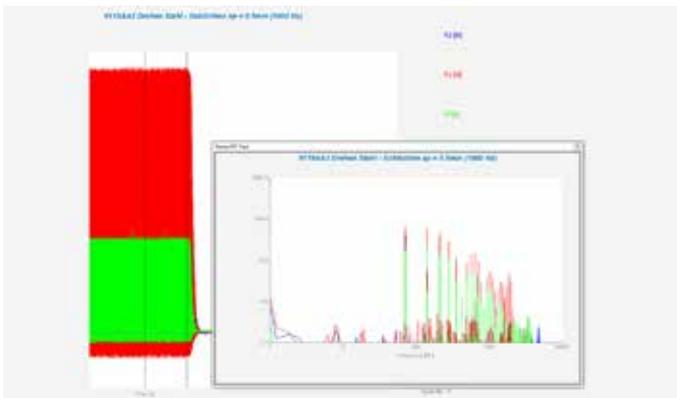


FFT 機能

ソフトウェア「DynoWare」は FFT 機能を備えており、振動スペクトルの中で信号を表示できます。その際、力信号のどの範囲の FFT を表示するかをカーソルで選択することができます。そのため、プロセス中のごく細かなディテールを解析できるようになります。

極座標グラフ

極座標グラフは「DynoWare」の機能の 1 つで、回転式動力計の測定を評価することができます。この特殊グラフでは、工具のモーメントを回転工具の座標系で表示し、切削力の切断解析が可能になります。



接続ケーブル(高絶縁タイプ)

8 芯 /3 芯接続ケーブル、対応温度：-5 ~ 70 °C



技術データ	型式	1677A5	1687B5
コネクタ部		Fischer フランジ (9 ピン、オス) Fischer (9 ピン、オス)	Fischer フランジ (9 ピン、オス) Fischer (9 ピン、オス)
長さ	m	5	5
直径	mm	12.3 (メタルシース)	12.3 (メタルシース)
芯数		8	3
用途		6 成分測定	3 成分測定

8 芯 /3 芯接続ケーブル (エルボ付き)、対応温度：-5 ~ 70 °C



技術データ	型式	1679A5	1689B5
コネクタ部		エルボ付き Fischer フ ランジ (9 ピン、オス) Fischer (9 ピン、オス)	エルボ付き Fischer フ ランジ (9 ピン、オス) Fischer (9 ピン、オス)
長さ	m	5	5
直径	mm	12.3 (メタルシース)	12.3 (メタルシース)
芯数		8	3
用途		6 成分測定	3 成分測定

8 芯 /3 芯接続ケーブル、金属被覆 (メッシュ)、対応温度：-5 ~ 70 °C



技術データ	型式	1677AQ02	1687BQ02
コネクタ部		Fischer フランジ (9 ピン、オス) Fischer (9 ピン、オス)	Fischer フランジ (9 ピン、オス) Fischer (9 ピン、オス)
長さ	m	5	5
直径	mm	10.5 (メタルメッシュ シース)	7 (メタルメッシュシー ス)
芯数		8	3
用途		6 成分測定	3 成分測定

付属品

信号出力用接続ケーブル

	技術データ	型式	1700A111A2
	コネクタ		D-Sub 15 ピン (メス) D-Sub 15 ピン (オス)
	長さ	m	2
	芯数		15

信号出力用接続ケーブル

	技術データ	型式	1700A113A2
	コネクタ		D-Sub 15 ピン (メス) BNC (オス)
	長さ	m	2
	芯数		8

RS-232Cインターフェースケーブル

	技術データ	型式	1200A27
	コネクタ		D-Sub 9 ピン (オス) D-Sub 9 ピン (メス)
	長さ	m	5
	芯数		9

ケーブル接続部防水カバー

技術データ	型式	1431A1
コネクタ		Fischer (9 ピン、オス)

その他の振動数解析用センサ

	技術データ	型式	9722A500	9722A2000
	測定範囲	N	0 ~ 500	0 ~ 2,000
	オーバーロード	N	2,500	10,000
	定格感度	mV/N	10	2
	共振周波数	kHz	27	27

	技術データ	型式	8202A10	8203A50
	測定範囲	g	± 2,000	± 1,000
	しきい値 (ノイズ: 100µVrms)	g _{ms}	0.001	0.001
	定格感度	pC/g	-10	-50
	共振周波数 (取り付け時、定格)	kHz	45	24

加速度センサの全ラインナップはカタログ900-380eに掲載されています。

Capto は、Sandvik グループの登録商標です。
 PowRgrip および SecuRgrip は、Rego-Fix AG の登録商標です。
 MEGA New Baby Chuck は、BIG DAISHOWA グループの登録商標です。
 TENDO は、Sandvik グループの登録商標です。
 Windows® は、Microsoft 社の登録商標です。



キスラーが提供する多様なサービス

キスラーは、50年以上にわたり切削力測定の基準を築きあげてきました。経験豊富なパートナーとして、幅広い用途に応じた技術的ノウハウをお客様に提供しています。

キスラーは計画、試運転、現場のシステム調査、定期的メンテナンス / 修理まで、あらゆるプロセスステップでお客様をサポートしています。蓄積された経験とお客様との密な協力体制を通じて、お客様の特定の要件を満たすカスタムソリューションを提供することができます。切削力測定に関するソリューションの詳細情報については、<https://www.kistler.com/ja/applications/sensor-technology/cutting-force-measurement/> をご覧ください。

切削力測定のための幅広いラインナップのほかに、キスラーは一般的な試験 (Test & Measurements) 用途に対応したセンサやシステムも取り揃えています。

詳細情報については <https://www.kistler.com/ja/applications/sensor-technology/test-measurement/> をご覧ください。

キスラーのサービス

- オンデマンドエンジニアリング
- コンサルティング
- 試運転のサポート
- 定期的な校正
- 研修 / ワークショップ



キスラー – 全世界でサポート

キスラーはワールドワイドな販売およびサービスネットワークを通じて、お客様の近くで手厚いサポートを提供いたします。世界に広がる61箇所の拠点で、約2000名の従業員が新しい測定ソリューションの開発に専念し、個々の用途に対応したサポートを提供しています。



アプリケーションの詳細は
こちらからご覧いただけます：[https://
www.kistler.com/ja/applications/](https://www.kistler.com/ja/applications/)

日本キスラー合同会社

本社：〒222-0033 神奈川県横浜市港北区新横浜 3-20-8 ベネックス S-3 2F
 埼玉営業所：〒330-0081 埼玉県さいたま市中央区新都心 4-15 Miox フジコービル 3F
 中部営業所：〒446-0059 愛知県安城市三河安城本町 1-23-9 8 ビレッジアクティクス B
 関西営業所：〒650-0022 神戸市中央区元町通 6-1-8 東栄ビル 6F

TEL (045) 471-8620

TEL (0566) 71-3881

TEL (078) 360-3775

sales.jp@kistler.com

キスラーは、キスラー・ホールディング AG をはじめ、ヨーロッパ、アジア、アメリカ、オーストラリアに子会社を有するグループ企業です。

キスラーグループのお近くの拠点は URL から検索いただけます：www.kistler.com

Kistler Group

Eulachstrasse 22
 8408 Winterthur Switzerland
 Tel. +41 52 224 11 11

The Kistler Group includes Kistler Holding AG and all its subsidiaries in Europe, Asia, the Americas and Australia.

Find your local contact at www.kistler.com

