

////////////////

【技術カタログ】無駄の徹底排除 による研磨・琢磨プロセスの最適 化と高速化

競合他社のベンチマーク、試験、データ、証明



////////////////////

再現性の高い結果 - 迅速に無駄を削減

ストルアスのMD研磨作業面・DiaPro懸濁液・MD琢磨布を併用することで、材質を問わず、研磨工程を大幅に効率化できます。高い除去率と一貫性により、作製の堅牢性と時間効率を維持し、クリーニングが容易になり、やり直しが最小限に抑えられるため、無駄を削減できます。

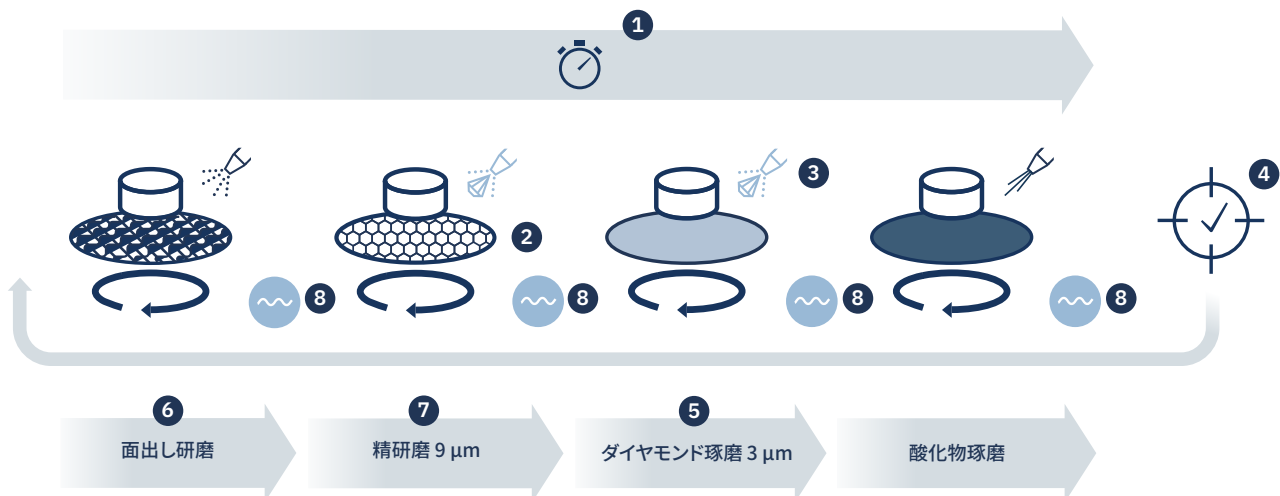
このガイドでは、試料作製時間を短縮し、1試料あたりの消耗品の使用量を減らすことで、研磨と琢磨のワークフローを改善する方法を説明しています。多くの場合、ストルアスの消耗品は他社の製品* に対して比較研究が行われており、その効果は明らかです。

* ストルアスは、アルミニウム合金、高周波焼入れ鋼、ステンレス鋼などの異なる材料で、ストルアス製品と他メーカー3社からの同様の製品に社内試験を実施しました。すべての試験は直径 30 mmの試料で実施しました。試料は、開始前に平面研磨が行われました。メーカーの推奨設定を使用し、各材料と各メーカーの消耗品に対し、10 回以上の試料作製を実施しました。除去率及び供給量は、10 回以上の試料作製の平均です（誤差を除く）。これらの試験例は本文献に記載されています。



無駄を減らして工程を高速化する 8 つの方法

工程を最適化できる 8 項目が特定されました。このイラストを使用して、工程を改善できる箇所を検討してください。各項目のガイドは、次のページに記載されています。



① 材料除去:より多くの除去で時間を節約	4
② 作業工程の削減:高品質の結果を得るための作業工程の削減	8
③ ドージングの低減:大きなインパクトを与える少量の滴下.....	10
④ やり直し作業の削減:最初から正しく行う(二重作業なし)	12
⑤ より迅速な試料作製:ダイヤモンドを無駄にしない	14
⑥ 最適化された研磨作業面除去できないものを変形させない	16
⑦ 平坦度:最後まで平坦度を維持する	17
⑧ クリーニング:誰でもすばやく簡単にクリーニングを実施できる	18

1 材料除去

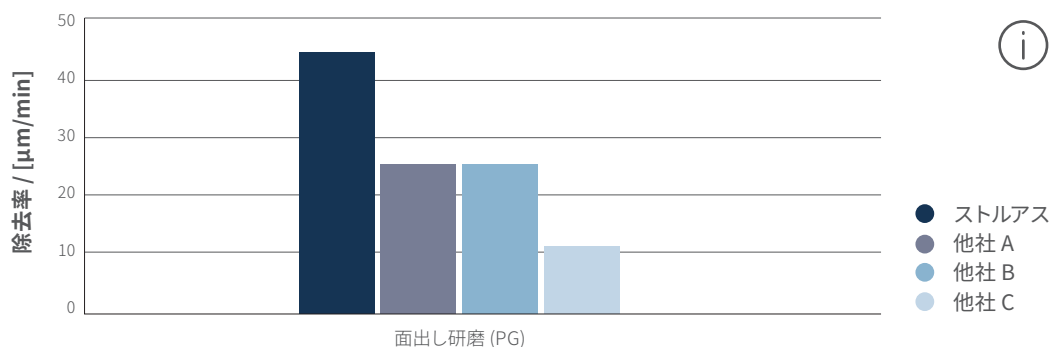
より多くの除去で 時間を節約

多くの要因が試料作製時間に影響を及ぼします。除去率は短時間の試料作製方法に特に重要であるため、高い除去率を実現する消耗品が必要です。しかし、堅牢な方法を確保するには、一定の除去率（低い標準偏差など）を達成する消耗品も必要です。また、懸濁液は琢磨布全体に均一に塗布する必要があります。これにより、布の調整時間と処理時間が短縮されます。これらすべてを組み合わせることで、材料除去が増加し、試料作製時間を大幅に短縮できます。

高い材料除去で試料作製工程を 50% 短縮

材料の除去は、微細構造検査用研磨・琢磨工程の各作業工程で行われます。つまり、一定の高い除去率は、迅速で効率的な試料作製工程の鍵となります。

材料除去を50% 増加することで、試料作製時間を 50% 短縮

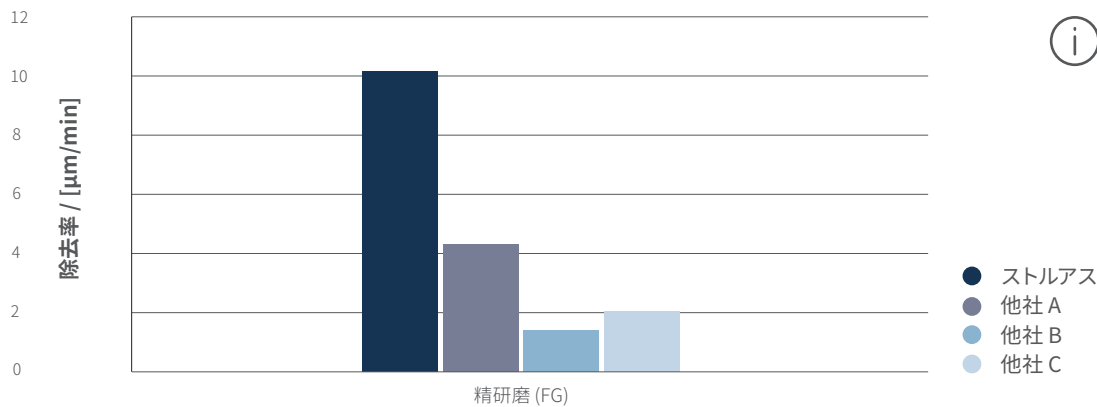


ストルアスの MD-ピアノ を使用することで、表面焼入れ鋼の面出し研磨を最大 50% 高速化できます。

高品質の試料作製結果を得るには、9 μm の作業工程で平坦度を確保することが不可欠です。しかし、9 μm の作業工程を 50% 短縮しながら、平坦な試料を作製することはできるでしょうか？ ストルアスの MD-アレグロ^{*} と専用の 9 μm ダイヤプロ懸濁液を使用すると可能になります。

^{*} MD-ラルゴを軟質材料や複合材に使用する場合でも、同程度の工程最適化が期待できます

材料除去を 50% 以上増加することで、精研磨工程も同様に短縮



ストルアスの MD-アレグロ および ダイヤプロアレグロ/ラルゴ 9 μm 懸濁液を使用した表面焼入れ鋼の試料作製では、9 μm 作業工程が 50% 以上高速化されます。

高い材料除去が最終結果を損なうことはありません

比較研究の最終試料作製結果は高品質であることが示されています。高速面出しと 9 μm 作業工程は、最終結果を損なうことはありません。



含有物は保持され、完全に琢磨され、傷がつきません。

最終試料作製結果 MD Nap (x200) 硬化鋼。

1 材料除去

工程の逸脱による作業工程の延長は必要ありません

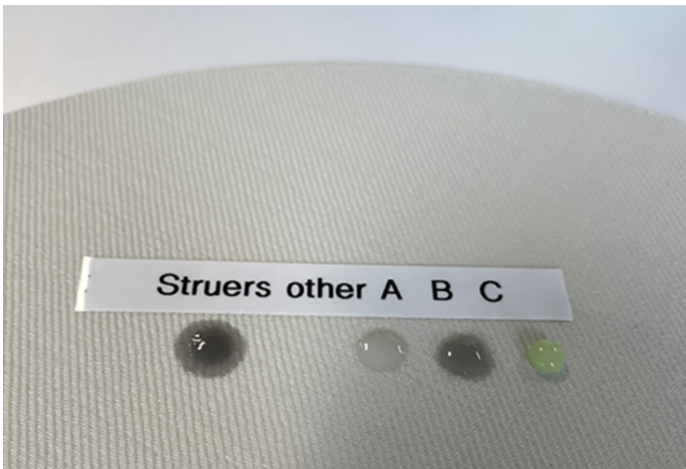
時間を節約したい場合、高い材料除去に加えて作業工程での一定の除去率が重要です。使用目的・理由一定の除去率により、非常に堅牢な試料作製工程が可能になります。その結果、除去率のばらつきを考慮して試料作製工程に時間を追加する必要がなくなります。

	面出し研磨 (PG)		精研磨 (FG)		琢磨 (FP)	
	除去率 [μm/min]	標準偏差:	除去率 [μm/min]	標準偏差:	除去率 [μm/min]	標準偏差:
ストルアス	44.8	3	10.1	9	1.3	19
他社 A	25.6	11	4.3	23	2.3	15
他社 B	25.6	11	1.3	15	0.3	51
他社 C	11.8	9	1.9	17	1.0	19

低い標準偏差により、非常に堅牢な作業工程が可能になり、試料作製時間を短縮できます。
チャートでもわかるように、ストルアスの材料除去の標準偏差は業界の他の製品よりも低くなっています。
これは、面出し研磨作業工程と 9 μm 作業工程の両方に適用されます。

懸濁液は供給後すぐに作用し、時間を無駄にしません

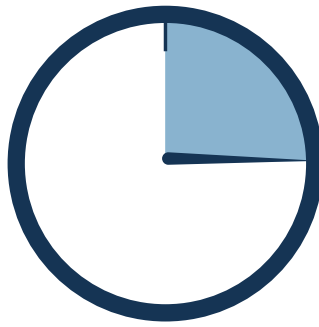
布に対する懸濁液の湿潤特性は、工程をどのように最適化できますか？その答えは簡単です。琢磨布に迅速かつ均一に塗布された研磨剤は、試料から材料を効率的に除去し、高品質で堅牢な結果を保証します。これにより、新しい琢磨布の調整時間が短縮されるだけでなく、工程中に研磨剤と潤滑剤が迅速に分散されるため、琢磨工程全体で消耗品の消費量が低減されます。



❗ 優れた試料作製には、湿潤特性が非常に重要です。



ストルースのクロス



他社の製品

**調整時間**

従来のダイヤモンド製品を使用する場合、通常、布の調整時間には最大15分かかりますが、ダイヤプロ懸濁液を使用すると、琢磨布の調整時間が実質的になくなります。



2 作業工程の削減

//////////

作業工程の削減で高品質の結果を実現

作業工程 1 の結果と次の作業工程のパフォーマンスとの間に高い互換性がある場合のみ、試料作製方法の作業工程数を減らすことができます。当社は、製品開発時に総合的な工程アプローチを採用しているため、ストルアスの消耗品との互換性が確保されています。

ストルアスの消耗品を使用することで、次の作業工程で追加の時間を必要とするような、材料への過度の変形が生じることはありません。さらに、最適な品質を維持しながら、作業工程数を最小限に抑えることができるため、結果に至るまでの経路を最短にすることができます。

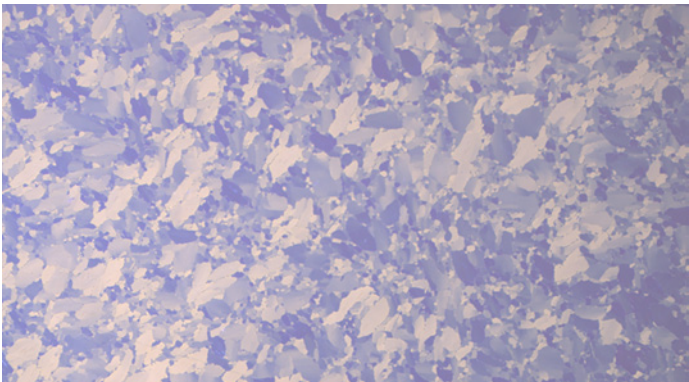
9 μm 作業工程から酸化物研磨に直接移行し、試料作製工程の数を最大 50% 削減する方法の 2 つの例をご紹介します。

試料作製工程の数を最大 50% 削減

チタングレード 5 - 2 つの作業工程を排除

		研磨				琢磨
従来 の方法	作業工程	PG	PG	FG	FG	OP
						
	作業面	SiC # 220	SiC # 500	SiC #1200	SiC #2000	MD-Chem
	懸濁液/ ループリカント	水	水	水	水	OP-S 懸濁液 0.25 μm
	時間(分)	1	1	1	1	5

		研磨		琢磨
最適化 された方法	作業工程	PG	FG	OP
				
	作業面	MD-メッツォ	MD-ラルゴ	MD-Chem
	懸濁液/潤滑剤	水	ダイヤモンド アレグロ/ラルゴ 9 μm	OP-S 懸濁液 0.25 μm
	時間(分)	1	4	5



MD-Chem での酸化物研磨後の最終試料作製 (x 200)

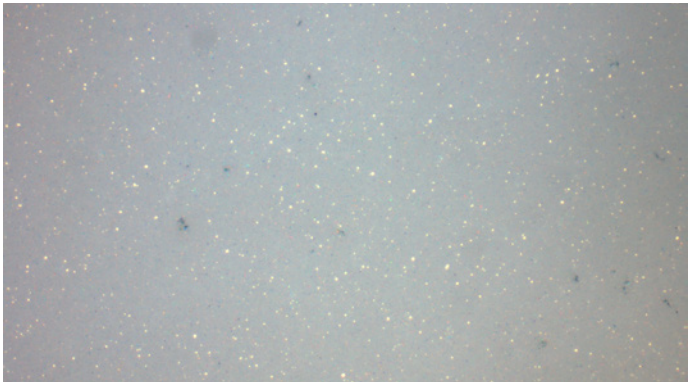


チタンは多くの場合、複数の SiC-研磨紙 / フォイルを使用した工程で処理されます。面出し研磨工程に MD-メッツォを使用したストルアスの標準方法では、9μm の作業工程から直接酸化物研磨に移行することができ、工程をわずか 3 作業工程に削減できます。

窒化ケイ素 - 3 作業工程を削減

		研磨				琢磨	
作業工程		PG	PG	FG	FG	DP	OP
従来の方法	作業面	MD-ピアノ 220	MD-ピアノ 1200	MD-アレグロ	MD-Largo	MD-Dac	MD-Chem
	懸濁液/潤滑剤	水	水	ダイヤプロアレグロ/ラルゴ 9 μm	ダイヤプロラルゴ 3 μm	DiaPro Dac 3 μm	OP-S 懸濁液 0.25 μm
	時間(分)	3	3	6	6	4	1

		研磨	琢磨	
作業工程		PG	DP	OP
最適化された方法	作業面	MD-ピアノ 220	MD-Plan	MD-Chem
	懸濁液/潤滑剤	水	ダイヤプロ Plan 9 μm	OP-S 懸濁液 0.25 μm
	時間(分)	2	10	1



MD-Chem での酸化物研磨後の最終試料作製 (x 200)



セラミックの試料作製は、多くの場合、複数の作業工程を経て完了となります。場合によっては合計 6 作業工程まであります。ストルアスの消耗品を使用すると、これをわずか 3 作業工程に削減でき、作業工程数を 50% 削減できます。

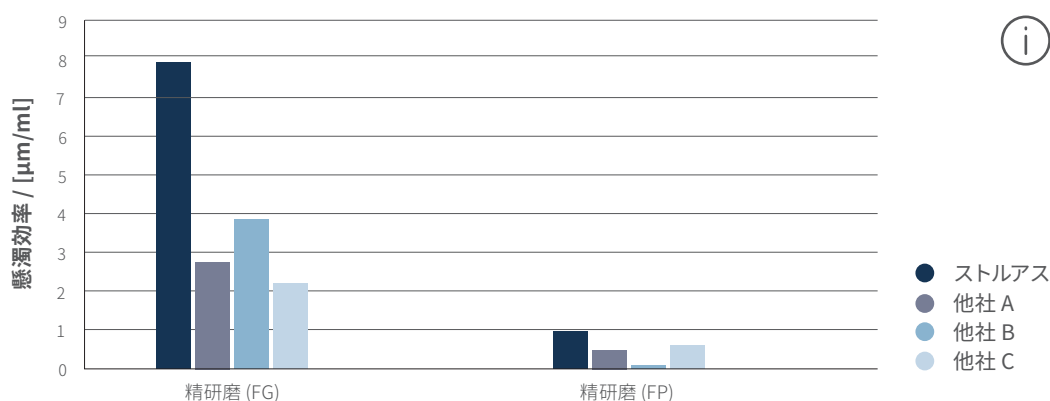
3 ドージングの低減

////////////////////

大きなインパクトを与える 少量の滴下

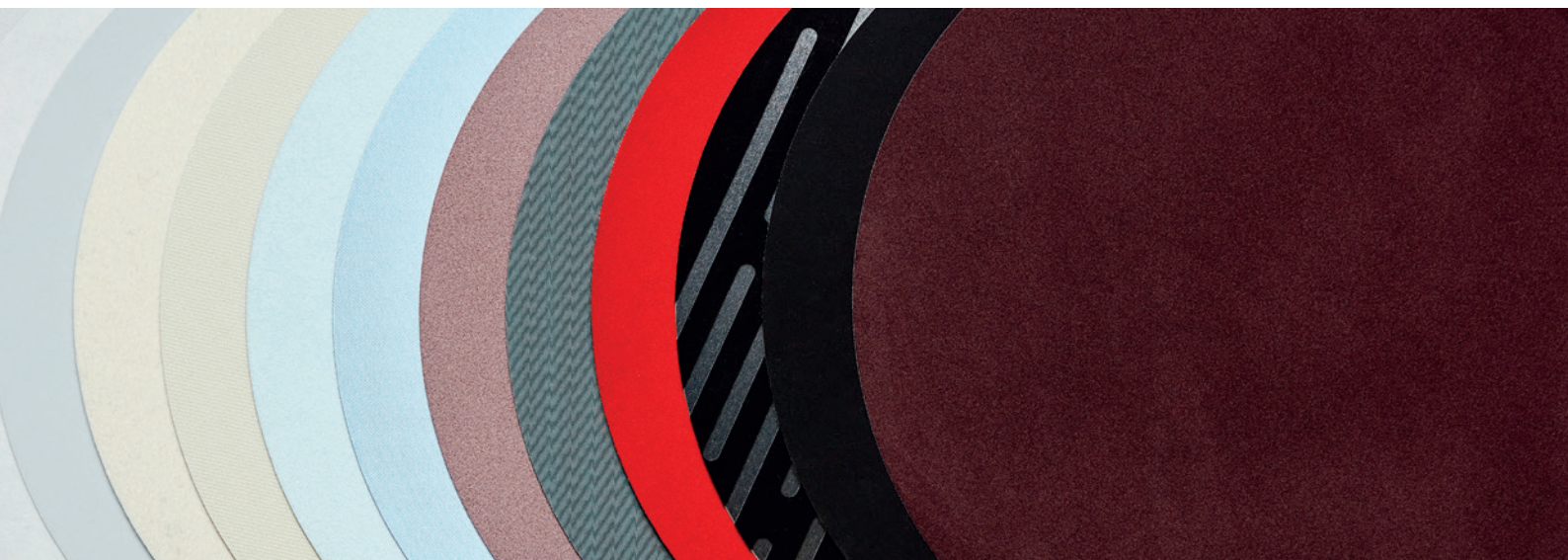
懸濁液の効率（すなわち、 $\mu\text{m}/\text{ml}$ あたりの材料除去）は、消耗品の消費量に直接影響します。ストルアスのダイアプロオールインワン懸濁液は、適切な琢磨面に最適化されています。これにより、研磨剤が最適に分散され、最高の懸濁液効率と性能が得られます。さらに、ストルアスの懸濁液は常にボトル内で研磨剤が均一に分散されているため、ボトルを振ったり、磁気攪拌を再使用したりする必要はありません。

高い懸濁効率により、消費量を 50% 以上削減



ストルアスのダイアプロオールインワン懸濁液は、他の製品と比較して、多数の材料を大幅に除去します。これは懸濁効率と呼ばれます。

ストルアスのダイアプロオールインワン懸濁液は優れた効率性を備えているため、同じ量の懸濁液でより多くの材料を除去できます。これにより、試料作製時間を短縮し、消耗品の消費量を削減できます。これにより、工程がより迅速かつ費用対効果の高いものになります。



品質に妥協はありません

ストルアスの消耗品は、低いドーピングレベルでも高品質で最適な結果を達成します。



明確に定義された粒界と保持された含有物を持つオーステナイト系ステンレス鋼

酸化物研磨後の DIC の最終結果 (x200)。



4 やり直し作業の削減

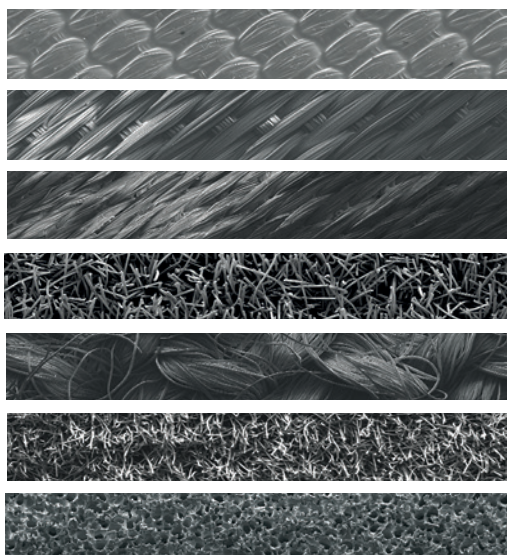
////////////////////

最初から正しく行う – 二重作業なし

やり直しは、回避すべきエラーの修正に労力、時間、材料、労働力を費やす付加価値のない活動です。これは工程のばらつきの直接的な結果です。ストルアスは、消耗品を開発する際、工程のばらつきを低減することに重点を置いています。文書化された標準メソッドと組み合わせることで、やり直しの必要性を最小限に抑え、高い工程制御を確保できます。



組み合わせで使用できるように設計



弾性なし



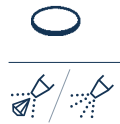
琢磨布はそれぞれ独自の特性を持ち、最適な性能を発揮します。布専用のオールインワンダイアブロ懸濁液と組み合わせることで、最適な性能を獲得し、工程ばらつきの低減化をサポートします。

高弾性

顧客事例：やり直し作業を排除する

この例は、試料作製要件を満たさなかった試料の割合が 15-20% だった実際の顧客事例を簡略化したものです。最適化には、実際の材料範囲に合わせて適切な作業面を選択し、選択した作業面用に設計された製品に合わせて懸濁液を変更することが含まれました。

合金鋼およびニッケル合金

		研磨		琢磨	
作業工程 		PG 	FG 	DP 	DP 
従来の方法 	作業面	他メーカー	他メーカー	MD-Mol	MD-Mol
	懸濁液/潤滑剤	水	6 μm 他メーカー	3 μm 他メーカー	1 μm 他メーカー
	時間(分) 	1000 μm の除去 7		3	6

15-20%
やり直し

		研磨		琢磨	
作業工程 		PG 	PG 	DP 	OP 
最適化された方法 	作業面	砥石 4A27	MD-アレグロ	MD-Floc	MD-Nap
	懸濁液/潤滑剤	水	ダイヤモンド アレグロ/ラルゴ 9 μm	ダイヤモンド Floc 3 μm	ダイヤモンド Nap 1 μm
	時間(分) 	1000 μm の除去	7	7	1,5

>95%
検査の準備完了



最高品質の一貫性を備える消耗品を選択することで、やり直しを減らすための長い作業工程は不要になり、ラボは同じ方法で異なる鋼種を処理することができます。

5 より迅速な試料作製



ダイヤモンドを無駄にしない

短縮された試料作製工程が懸濁液の消費量を低減します。ストルアスの消耗品は堅牢性が高いため、工程の作業工程を短縮し、必要とされる高品質の結果を得ることができます。

短縮された試料作製工程で懸濁液を最大 47% 節約

	精研磨 (FG)	ダイヤモンド琢磨 3µm	ダイヤモンド琢磨 1µm	ドージング合計分数	懸濁液の総消費量	懸濁液の節約
ストルアス	2分 MD-アレグロ	2分 MD-Dac	1分 MD-Nap	5分	9 ml	–
他社 A	5分	4 分		9 分	17 ml	47%
他社 B	2.5分	2分	0.5分	5分	15 ml	40%
他社 C	3分	3分	2分	8分	13 ml	31%

他の製品との比較では、短縮された試料作製工程を実現することで、消耗品の消費量を最大 47%* 削減できることが示されています。

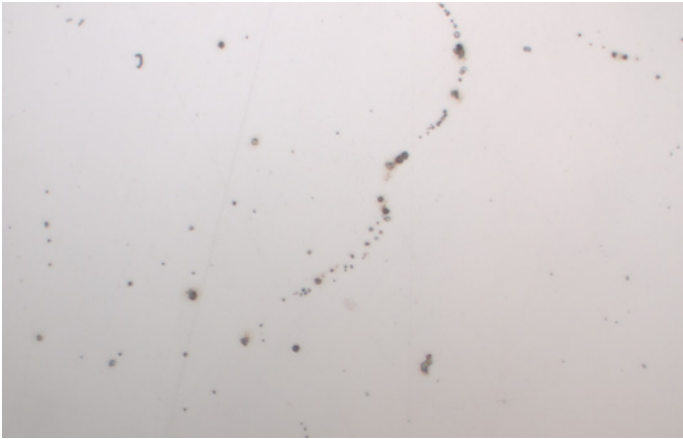
* この作業工程では懸濁液のドージングが行われないため、本例では面出し研磨は省略されています。

短縮された試料作製工程で懸濁液を節約する方法

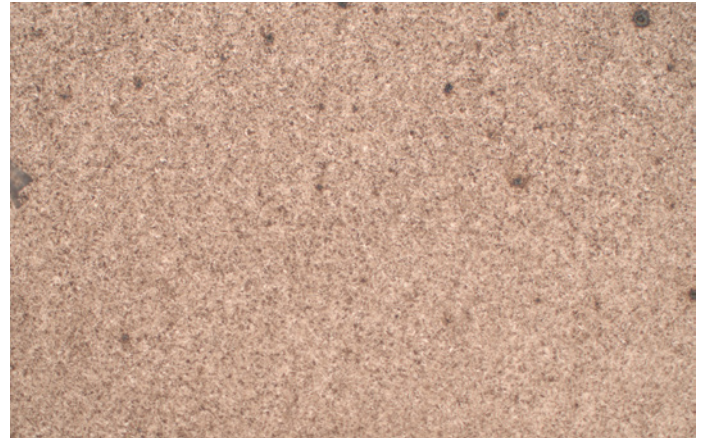


最終試料作製結果が損なわれない

ストルアスの効率的な研磨・琢磨ソリューションは、大幅に短縮された試料作製時間を実現します。



エッチング前：



エッチング後



エッチング前後の高周波焼入れ鋼。

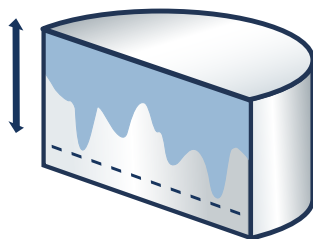
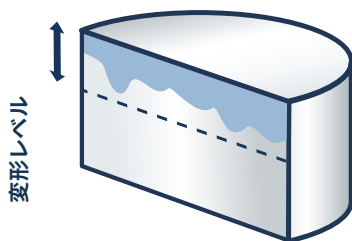


6 最適化された研磨作業面

除去できないものを変形させません

変形は、通常、高い材料除去が必要な最初の試料作製工程である面出し研磨中に発生します。ストルアスでは、面出し研磨工程から次の工程へスムーズに移行できるよう、最適な消耗品を開発しました。これは、次の作業工程で除去する変形が少なくて済むため、全体的な試料作製時間が短縮されることを意味します。

ストルアスは、さまざまなパターンと研磨材タイプを備えた剛性 MD 作業面を幅広く取り揃えており、それぞれが特定の材料グループに最適化されています。これにより、研磨屑の蓄積が最小限に抑えられ、一貫して高い除去率と最小限の変形を実現します。

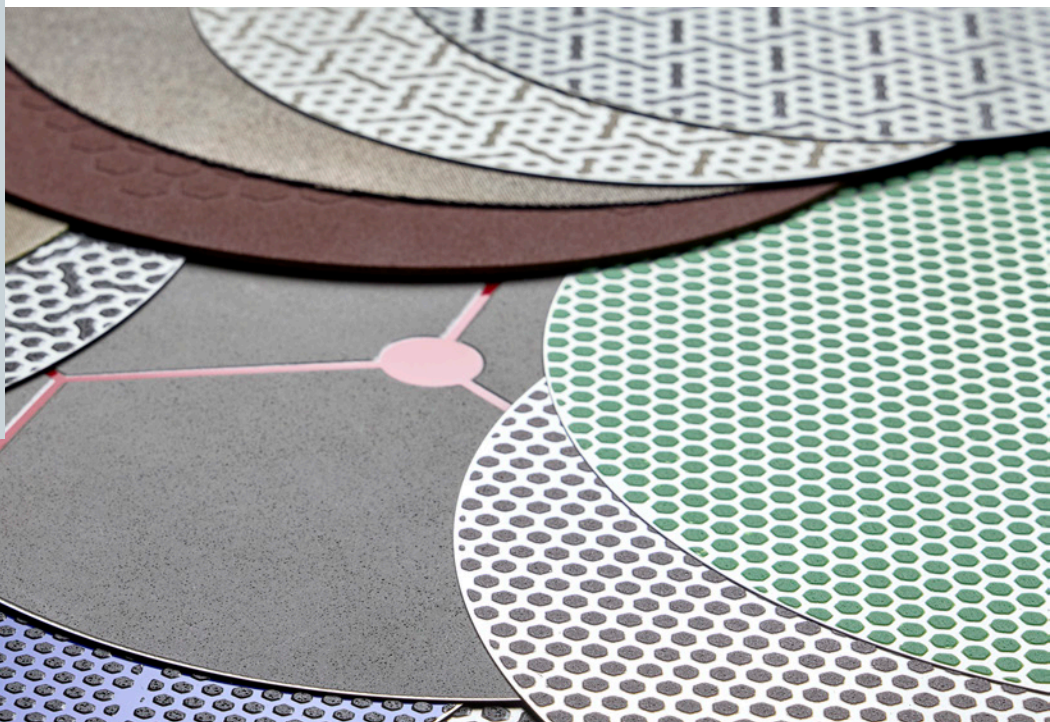


大きな変形のある試料と小さな変形のある試料の断面を示す図。

適切な面出し研磨作業面を選択することで、追加の変形が生じないようにします。

以下の作業工程に
かかる時間の
最大短縮率

50%



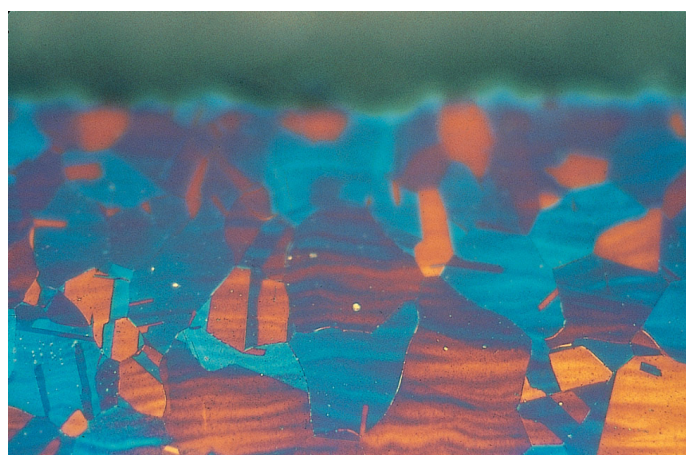
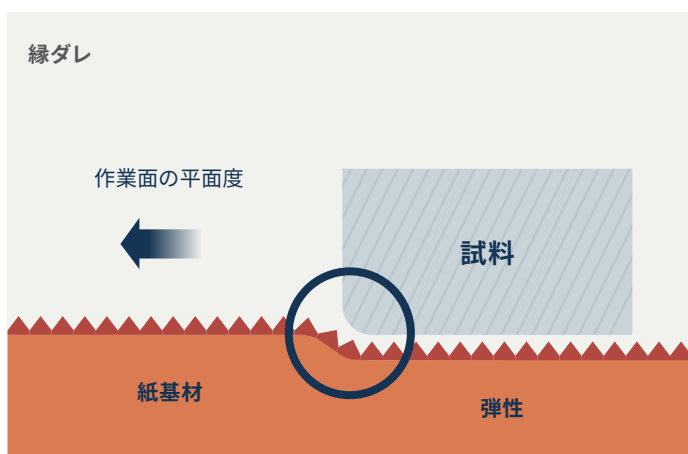
7 平坦度



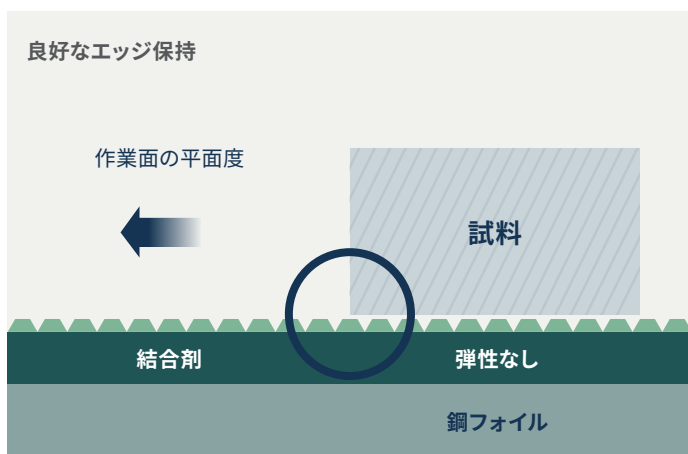
最後まで平坦度を維持

平坦度は、最終結果で浮彫を避け、簡単で正確な顕微鏡検査を確保するために非常に重要で不可欠なパラメータです。

ストルアスは、さまざまな特性を持つ MD 作業面を幅広く取り揃えており、それぞれが特定の材料グループに合わせて最適化されています。すべてに 1 つの共通点があります。試料の平面を維持する能力です。これは、エッジの丸みやスミアリングのない平坦な試料を保証する弾性の欠如によるものです。



1. 縁ダレステンレス鋼。
倍率:500x、エッチング液:Beraha I



2. 良好なエッジ保持、ステンレス鋼
倍率:500x、エッチング液:Beraha I

硬質なMD作業面は弾性を伴わないため、試料の平面度を確保し、縁ダレ、スミアリング、またはチッピングを回避します。

8 クリーニング

////////////////////

誰でもすばやく簡単にクリーニングを実施できる

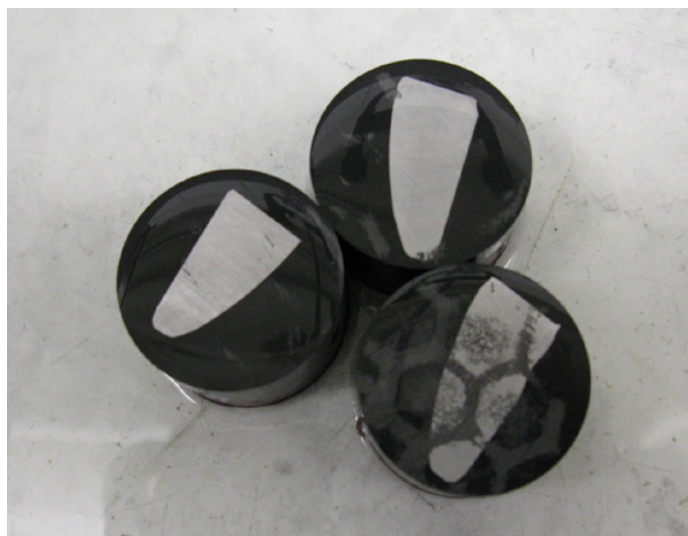
試料作製工程の合間に試料をクリーニングすることは、汚染を防ぐために重要です。しかし、これには時間がかかります。実際、試料作製工程で費やされる時間の大部分はクリーニングに費やされます。自動洗浄ソリューションを使用する場合でも、試料を手作業で洗浄する場合でも、汚染を回避し、試料作製工程の時間を短縮するためには、作業を迅速かつ徹底的に行うことが不可欠です。

水のみを使用したクリーニング

試料板水で洗い流した後



ダイヤモンドによる試料作製後の簡単で適切なクリーニング



その他の懸濁液は水のみで洗い流すことが困難です。



オールインワンのダイヤモンド懸濁液シリーズは、高い除去率と一定の除去率の事例要件を満たすために、容易なクリーニングをパラメーターとして開発されました。高品質の試料作製にはクリーニングが不可欠であることの認識

自動クリーニング - 完璧で迅速

オールインワンタイプのダイヤプロ懸濁液は、クリーニングの容易さを念頭に置いて開発されています。完璧なクリーニングは、自動クリーニングシステムによってもサポートされます。クリーニング機能内蔵の Xmatic や Lavamin などの全自動装置で使用できます。Lavaminは、超音波と水洗いの後に高速回転乾燥を組み合わせた特許取得済みの自動プロセスを採用しています。

最大で20%のスピードアップ



工程を自動化することにより、試料作製の合計所要時間が最大20%短縮されます。また、手洗いのために試料を流し台まで持っていく手間もなくなります。これにより、作業面の交換や、次の作業工程の準備などに時間を費やすことができます。

化学薬品クリーニングの排除



丁寧な洗い流し工程では、超音波と水のみを使い、その後で高速回転させることで、洗浄剤やアルコールを使わなくても完全に効率的なクリーニングを実現することができます。これにより、工程の安全性を高め、ラボの環境への影響を軽減することができます。

'//////////

Ensuring certainty

金属組織検査用試料の作製とそのテストは、一貫した再現可能な結果を要求します。これらの結果はラボの工程、作業、機器だけではなく、サプライチェーンやパートナーから生まれます。ストルアスのお客様は、高品質な装置と消耗品の設計とエンジニアリングだけではなく、弊社独自のナレッジベース、堅牢なグローバルサプライチェーン、専門家によるサービスとアプリケーションサポートを必要な場所と時間に利用できます。私たちはこれらすべてを確実性の確保と呼んでいます

ストルアスは、深い科学的洞察と画期的な技術を追求することで、世界をより良い場所にすることに専念し続けています。今日、私たちは急速に変化する世界で信頼されるパートナーであり、専門知識と実務経験を世界規模で共有しています。これにより、革新的なソリューションが提供され、将来に自信を持って立ち向かうことができます。弊社は微細構造検査製品とサービスでリードし続け、より良い社会に向けた将来の開発を形作ります。

<https://www.struers.com/ja-JP>