



ろう付け

技術ハンドブック

Höganäs

お客様に選ばれる ろう付けパートナー

お客様のろう付けプロセス全体を支援できる材料供給元をお探しですか？ヘガネスへようこそ！私たちは、材質選定から処理過程まで、初めから終わりまでお客様をガイドし、ゴールを達成できるようお手伝いいたします。

なぜ、ろう付けを利用するのですか？

高温と腐食に強い構成部品を安全に接合する必要があるときは？この場合ろう付けプロセスがお客様にとって最適な選択となります。事実上どんな金属材料でも組み合わせることができ、継ぎ目の金属は溶けません。このプロセスは極めて厳しい許容差コントロールが可能であり、二度目の上塗りを要さないクリーンな継ぎ目を作れます。これらの独特なプロセス上の利点により、ろう付けは、多くの場合、自動車、加熱、換気、空調、発電、航空および冷凍 (HVACR) 産業などのアプリケーションに使用されます。代表例に排気ガス再循環 (EGR) クーラー、熱交換器、油冷却器、触媒コンバーターあるいはタービン・アプリケーションなどがあります。

なぜヘガネスをろう付けに使用するのですか。

ヘガネスでは、お客様が最良の結果を達成することができるよう、ろう付けプロセスの全体にわたってお客様を支援します。私たちは、お客様の要求を正確に満たすサービスの専門知識および材料を提供します。お客様と協力し、市場投入の時間を短縮し、ペースト塗布ソリューションを効率的に自動化し、さらに、製品の質、歩留、生産性を改善し、最小の総コストソリューションを提示します。

P. **06**

パウダー&ペースト

P. **18**

ペースト塗布方法

P. **24**

ろう付けプロセス

P. **34**

アプリケーションサポート



ヘガネスで最良の ろう付け結果を提供する ための方法



用途開発サービス

溶加材およびろう付け溶接属性の選定の支援

お客様のアプリケーションで緊密に協力することによって、私たちは広範囲な知識、アプリケーションの要件での経験および最新の産業指向に対する洞察を獲得してきました。これは、機械的強度と耐食性のようろう付け継ぎ目に必要な特性、また産業の要件およびエンドユーザ構成部品の仕様についての詳細な知識を含んでいます。ろう付けで作られた継ぎ目の最適化に加えて、私たちの材料の専門技術者は、お客様のアプリケーションの基材の正確な選定および仕様定義を支援できます。

溶加材選定

BrazeLet® 溶加材の幅広いポートフォリオからお選びいただけます。

ヘガネスでは、パウダーとペーストを含め、高温ろう付けにニッケル(Ni)および鉄(Fe)ベースのBrazeLet溶加材の全領域を提示します。金属粉体のグローバルなリーダーとして、私たちは、高温溶加材に関する詳細な知識を持っています。さらに、お客様の正確な要件を満たすために特性を微調整するノウハウを持ちます。新しいカスタマイズされた溶加材の開発は、パイロット・センター、アプリケーションセンターおよび金属組織・分析研究所で最新式のツールによって行われます。溶加材生産は最も高い品質規格に適合し、自動車の品質標準に従い、ISO9001、ISO14001およびIATF16949認証を受けています。ヘガネスによって生産された溶加材は、すべて高品質で一貫したろう付け結果を保証します。



ペーストの塗布方法

ろう付け構成部品に最良の塗布方法を見つけられるよう支援

最新のテクノロジー・センターでお客様の構成部品を使用して、パイロット規模生産試験を実行します。これはお客様の製品に、ディスペンシング、スクリーンプリント、ローラコーティング及びスプレー塗布のような様々なコーティング技術と、ヘガネス固有のろう付けペーストを活用する可能性を開きます。私たちの経験豊富なろう付けチーム・メンバーは、お客様の特定のニーズと要件に基づいて、可能なすべての方法で支援を提供します。これは部品クリーニングおよび最適な量のろう付けペーストの計算から、適切なろう付け合金とろう付けプロファイルの推奨までのすべてをカバーします。グローバルな供給元のネットワークをぜひご活用ください。

ろう付けプロセス

お客様のプロセスをできるだけ効率的にろう付け性能の評価でも、接合部品の問題あるいはろう付け問題の根本的原因解明でも、ヘガネスのろう付け専門技術者がプロセスを改善し、かつ価値を高められるようお手伝いします。お客様が広い範囲で詳細なろう付け分析を行なうために必要な機器をすべて有しています。カスタマーサービス調査は微細構造評価、微小硬度測定、ギャップ厚さおよび孔隙率評価をはじめ多くの項目を含みます。ヘガネスでは、粉末冶金技術の市場リーダーシップにより炉内雰囲気について豊富な経験を持ち、ろう付け雰囲気とろう付けプロファイルについて独自の理解を得ています。私たちは、できるだけ滑らかで、効率的なろう付けプロセスを達成できるよう豊富な経験でお客様を支援します。

継続的改善

お客様の総合的品質管理を行うライフタイム・コンサルティング

ヘガネスでは、プロジェクトが生産に入ってもサポートは継続されます。私たちはお客様の価値を最大化できるように一貫して生産改善を提供します。例としては、品質と生産性向上のためのろう付けサイクルの最適化、ろう付けペースト量を最小化することでコスト削減、スマートなパッケージングによって廃棄物を削減することなどです。



ヘガネス 溶加材

パウダー&ペースト



ヘガネスのNiおよびFe合金パウダーの広いポートフォリオ、またヘガネスのベルギーの最先端技術の生産設備で生産されるペーストをご紹介します。

Ni合金溶加材は、ろう付け産業において使用法が確立されています。1950年代の最初の導入以来、継続的に新しいろう付け溶加材の開発が行われています。高品質のNi合金溶加材生産の経験は、溶加材とも多くの類似点を共有する、溶射パウダーの広範囲な生産からの知見を生かしたものです。ヘガネスのFe合金溶加材は、Ni合金溶加材の代替となり、強度と耐食性など同じ素材属性を保持する材料として開発されました。Fe合金溶加材は、Ni素材の価格変動に影響を受けやすい、Ni合金充填剤に対して、コスト効率の良い代替材となります。

ペースト材

効率的なペーストソリューションを求めるなら、ぜひヘガネスのペーストをお試ください。ペースト1キログラム当たりより多くのろう付け継ぎ目を接合でき、従来のペーストと比較してより高い金属含有量で、ポリマー含有は最小化されています。究極的には、これによってろう付け炉のメンテナンスの必要を縮小することができます。さらに、ろう付けで作られた部品の高い品質の維持を保証します。

ヘガネスのろう付けペーストは、溶加材パウダー (通常85-93 wt%)、ろう付け中に取り除かれる、水または油ベースのフラックスなしのバインダーの均質な混合物から成ります。ヘガネスでは、ペースト組成を、ペースト塗布方法およびろう付け炉条件のような要因にあわせて適応させています。これにより、アプリケーションに最良の可能なろう付け結果を達成できることを保証します。私たちのバインダーは、ポリマー含有を最小化する方法で開発されています。

ペーストろう材の流動学的挙動は、各種塗布方法に適合するよう設計されています。一般的に、薄層塗布にはローラーコーティング、薄層プリンティングまたはスプレー塗布のような方法が使用され、より多くの液体が配合されますが、ディスペンサまたは厚層プリンティングには粘度の高いペーストが必要とされます。

ヘガネスの高品質のろう付けペーストは、幅広い溶加材に基づきます。さらに、お客様の要件を正確に満たすために複数のタイプのペースト・パッケージングと、カスタマイズされたろう付けペーストも提示します。

ヘガネス溶加材

製品名	質量分率(wt %)	仕様	溶融温度範囲
-----	------------	----	--------

Ni合金

BrazeLet®	Ni	Cr	Si	Fe	B	C	P	Cu	Nb	Mo	EN ISO 17672	AMS	AWS A5.8	°F
BNi1	Bal.	14	4.5	4.5	3.2	0.75	-	-	-	-	Ni 600	4775	BNi-1	1796-1940
BNi1A	Bal.	14	4.5	4.5	3.2	-	-	-	-	-	Ni 610	4776	BNi-1a	1790-1970
BNi2	Bal.	7	4.5	3	3	-	-	-	-	-	Ni 620	4777	BNi-2	1778-1832
BNi3	Bal.	-	4.5	-	3.2	-	-	-	-	-	Ni 630	4778	BNi-3	1800-1900
BNi4	Bal.	-	3.5	-	2	-	-	-	-	-	Ni 631	4779	BNi-4	1800-1950
BNi5	Bal.	19	10.1	-	-	-	-	-	-	-	Ni 650	4782	BNi-5	1976-2075
BNi6	Bal.	-	-	-	-	-	11	-	-	-	Ni 700	n/a	BNi-6	1607
BNi7	Bal.	14	-	-	-	-	10.1	-	-	-	Ni 710	n/a	BNi-7	1634
BNi9	Bal.	15	-	-	3.6	-	-	-	-	-	Ni 612	n/a	BNi-9	1931
BNi12	Bal.	25	-	-	-	-	10	-	-	-	Ni 720	n/a	BNi-12	1616-1742
Ni613	Bal.	29	4	-	-	-	6	-	-	-	n/a	n/a	n/a	778-1886
Ni623	Bal.	29	7	11	-	-	6	-	-	7.5	n/a	n/a	n/a	2120-2192

Fe合金

BrazeLet®	Ni	Cr	Si	Fe	B	C	P	Cu	Nb	Mo	EN ISO 17672	AMS	AWS A5.8	°F
F300-10	20	20	4	Bal.	-	-	7	10	-	-	n/a	n/a	n/a	1832-1958
F300-20	20	20	4	Bal.	-	-	7	6.5	-	-	n/a	n/a	n/a	1832-1958
F86	18	29	6.5	Bal.	-	-	6	-	0.5	-	n/a	n/a	n/a	1922-2012

さらに詳しい情報については、www.hoganas.comで特定生産品データシートを参照してください。

記録上のろう付け温度 (最小)		代表的な性質
--------------------	--	--------

°C	°F	°C	
980-1060	2102	1150	<ul style="list-style-type: none"> 良好な腐食抵抗 狭い継ぎ目で優れた隙間充填力
977-1077	2147	1175	<ul style="list-style-type: none"> BNi-1に類似、低炭素含有量
970-1000	1922	1050	<ul style="list-style-type: none"> 極めて優れた締結強度 高い酸化抵抗 酸性環境中の腐食に反応 最大推奨ギャップ・クリアランス50μm
980-1040	2012	1100	<ul style="list-style-type: none"> 極めて優れた締結強度 酸性環境中の腐食に反応
980-1065	2048	1120	<ul style="list-style-type: none"> 優れた隙間充填力 酸性環境中の腐食に反応
1080-1135	2102	1150	<ul style="list-style-type: none"> 極めて優れた締結強度 高い酸化抵抗 良好な腐食抵抗 高い高温強度 最大推奨ギャップ・クリアランス50μm
875	1742	950	<ul style="list-style-type: none"> 低ろう付け推奨温度 狭い継ぎ目で優れた隙間充填力
890	1796	980	<ul style="list-style-type: none"> 良好な腐食抵抗 高い酸化抵抗 低ろう付け推奨温度 最大推奨ギャップ・クリアランス 30μm
1055	2012	1100	<ul style="list-style-type: none"> 極めて優れた締結強度 高い酸化抵抗 酸性環境中の腐食に反応
880-950	1922	1050	<ul style="list-style-type: none"> 極めて優れた腐食抵抗 高い酸化抵抗
970-1030	1994	1090	<ul style="list-style-type: none"> 極めて優れた腐食抵抗 優れた隙間充填力 最大推奨ギャップ・クリアランス 150μm
1160-1200	2264	1240	<ul style="list-style-type: none"> 極めて優れた腐食抵抗 優れた隙間充填力 最大推奨ギャップ・クリアランス 150μm

°C	°F	°C	
1000-1070	2012	1100	<ul style="list-style-type: none"> 極めて優れた腐食抵抗 真空ろう付けに適します 最大推奨ギャップ・クリアランス 150μm
1000-1070	2012	1100	<ul style="list-style-type: none"> 極めて優れた腐食抵抗 ベルト炉ろう付けに適します 最大推奨ギャップ・クリアランス 150μm
1050-1100	2102	1150	<ul style="list-style-type: none"> 極めて優れた締結強度 極めて優れた腐食抵抗 最大推奨ギャップ・クリアランス 150μm

ヘガネスろう付けペースト

				代表的な性質					
製品名	粒度 (μm)	ポリマー含有 (wt %)	溶剤タイプ	推奨温度		蒸発温度 (バインダ)		粘性* (Pa.s)	密度* (g/cm^3)
				°F	°C	°F	°C		

ディスペンシング

D-9302	<106	0.8	オイル	250-340	120-170	660-840	350-450	300 (T-機械主軸D)	4.7
D-9004	<106	2	オイル	250-340	120-170	660-840	350-450	300 (T-機械主軸D)	4
DW-9201	<106	0.2	水 ベース	250-300	120-150	570-750	300-400	1000 (T-機械主軸E)	4.6
DW-9003	<106	0.4	水	210-340	100-170	570-750	300-400	300 (T-機械主軸D)	4.4
DW-9013	<63	0.4	水	210-340	100-170	570-750	300-400	300 (T-機械主軸D)	4.4
DW-9205	<106	0.4	水	210-340	100-170	570-750	300-400	350 (T-機械主軸D)	4.7
DW-9007	<106	0.2	水	RT-300	RT-150	482-572	250-300	1200 (T-機械主軸E)	4.5
DW-9017	<63	0.2	水	RT-300	RT-150	482-572	250-300	1200 (T-機械主軸E)	4.5

スクリーン印刷

P-9011	<106	1.2	オイル	250-340	120-170	660-840	350-450	230 (T-機械主軸D)	4
P-9002	<63	2	オイル	250-340	120-170	660-840	350-450	300 (T-機械主軸D)	4
P-9012	<106	2	オイル	250-340	120-170	660-840	350-450	300 (T-機械主軸D)	4
P-9003	<63	1	オイル	250-340	120-170	570-750	300-400	300 (T-機械主軸D)	4

スプレー塗布

S-8701	<63	1.4	オイル	250-340	120-170	660-840	350-450	25 (T-機械主軸B)	3.6
SW-8603	<63	0.4	水	210-340	100-170	570-750	300-400	80 (T-機械主軸C)	3.7

ローラーコーティング

R-8501	<63	2.6	オイル	250-340	120-170	660-840	350-450	90 (T-機械主軸C)	3.4
R-8511	<45	2.7	オイル	250-340	120-170	660-840	350-450	90 (T-機械主軸C)	3.4
CRW-8502	<63	1.4	水	210-340	100-170	570-750	300-400	70 (T-機械主軸C)	3.8

* 20°Cで速度2.5rpmのBrookfield Helipath 機械主軸で測定された粘度値
粘性と密度値は典型値です。

名前の説明:

D = ディスペンシング
W = 水ベース/水に基づく
C = カスタマイズ
P = 印刷

R = ローラーコーティング
S = スプレー塗布

例: DW-9201

DW = ディスペンシング、水ベース/水に基づく
92 = % 金属含有量(つまり92%の金属含有量)
01 = 内部シリアル番号

水溶性ペースト

油性ペーストは、ペーストの溶剤をすべて蒸発させるため高温を要求しますが、ペーストはすべて~100-170°Cで標準乾燥プロセス(熱風を使用)で乾燥させることができます。乾燥時間は、使用される熱重量、部品設計および炉条件に依存して異なり、事例ごとに確立する必要があります。

油性ペースト

乾燥プロセスでは適切な換気が必要です。乾燥チャンバ/ファーンは排気系統および十分な空気循環を使用する必要があります。これはヒュームの発生を回避し、有機揮発性物の濃度を低レベルに維持します。

ペースト固着のために

構成部品への最良の固着を達成するためには、ペーストを乾かす必要があります。製品ごとの特定の特性および乾燥の推奨事項は、技術データシートを参照してください。

➤ 私たちは製品毎に異なるパッケージング・ソリューションを提供しています。



BrazeLet® シリンジパック



BrazeLet® カートリッジパック



BrazeLet® 缶とバケツパック

ヘガネス 溶加材

特性

微小硬度

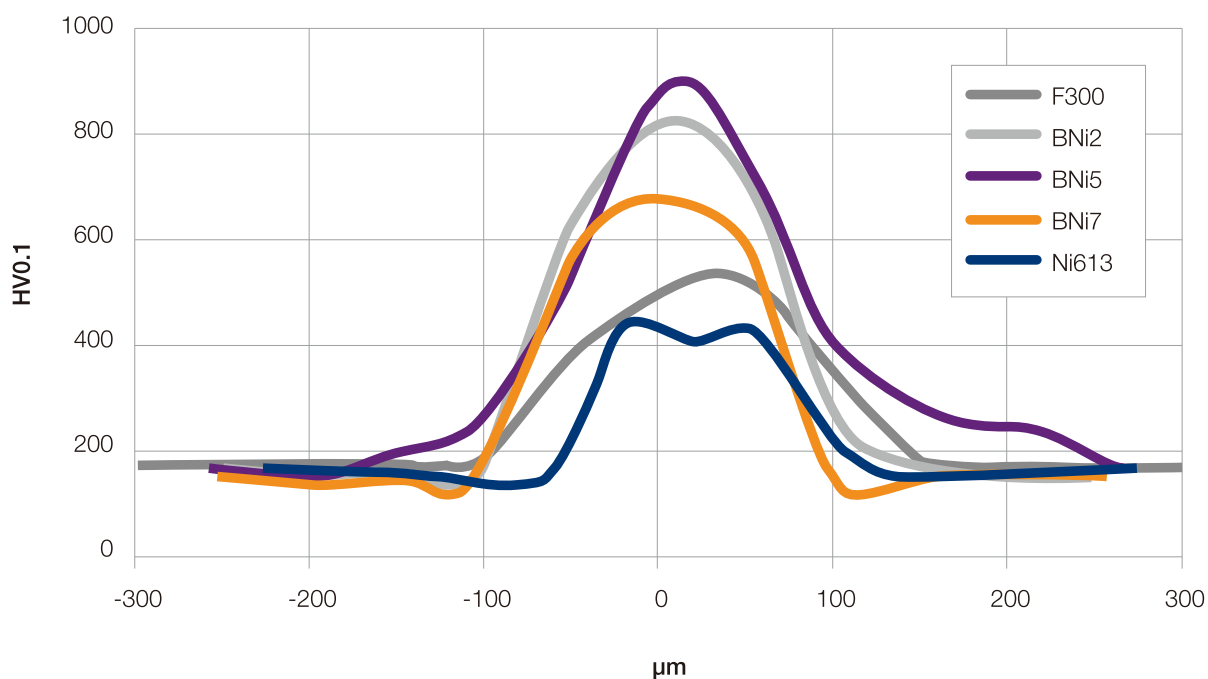
リン(P)、シリコン(Si)あるいはホウ素(B)のような合金元素は、Ni-とステンレスろう付け溶加材の融解範囲を適切な温度に低下させるための元素です。これらの元素による脆弱相によって、接合エリア内の微小硬度が増加します。微小硬度が低いことで、ろう付けで作られた構成部品上の動応力寿命が改善されます。

従来のNi-そしてFe-に基づいたほとんどの溶加材は、かなりの量のP、SiおよびBのような融点抑制剤元素を含み、ろう付けで作られた継ぎ目で、金属間の脆弱相の形成に結びつく場合が

あります。これらの金属間の微細構造中の相は、基材と比較してより高い硬度を持ち、接合部延性に対する悪影響を及ぼします。

ヘガネスのBrazeLet® F300およびNi613には著しく異なる微細構造となっており、標準Niベース溶加材と比較して、微小硬度が大幅に低くなります。したがって、BrazeLet F300およびNi613でろう付けで作られた構成部品は、動的機械信頼性および熱応力信頼性が改善されます。

BrazeLet溶加材の微小硬度プロファイル



濡れ性

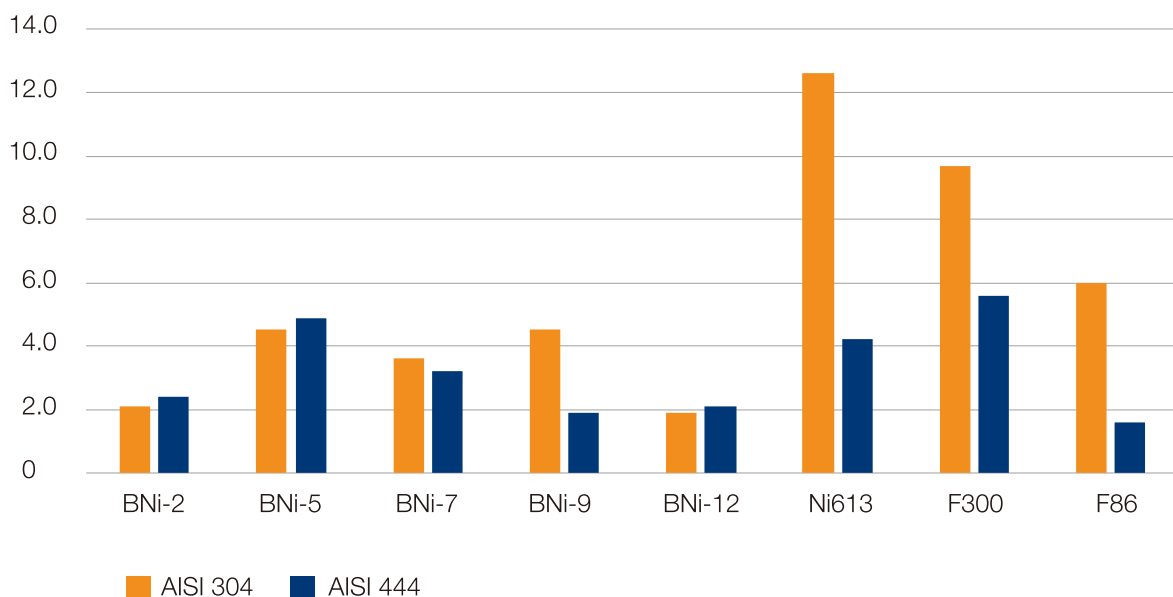
接合される基材上で溶加材が広がる能力は、ろう付けで良好な結果を達成するための重要な特徴です。最良の濡れ性を達成するためには、基材表面が清潔で、酸化物がないことが必要です。濡れ性は、溶加材と基材の両方に依存します。溶加材が合金化できること、また基材の構成が高品質であることが重要です。複数の基材が、強い酸化物を含み、チタンまたはアルミニウムのような元素を形成し、これらはろう付けサイクル中では削減できません。これは、濡れ性に制約となり、基材表面にチタン(Ti)あるいはアルミニウム(Al)酸化物が生成してしまいます。

拡散率テストによって、ヘガネスは BrazeLet® 溶加材と様々な金属との結合性能試験を行ってきました。これらの試験では、規定量のろう付けペーストが、プレート上の定義直径の円に

塗布されます。その後、プレートにろう付けサイクルが行われ、拡散率がぬれ面積と初期面積の比として算出されます。一般的なベース材料は、オーステナイト系ステンレス鋼とフェライト系ステンレス鋼です。AISI 304 オーステナイト鋼およびAISI 444 フェライト系ステンレス鋼に、異なる溶加材を広げた場合の拡散率をグラフで下に示します。

複数の溶加材は、基材上であまり広がりにくいものの、他の望ましい特性を持つ場合があります。こうした場合、適切なろう付けペースト塗布テクニックを使用することが好結果の鍵となります。ヘガネスにはろう付けペースト塗布の広範囲な経験と、自社テクノロジー・センターの中でさまざまな技術を実証する設備を擁し、お客様と協同評価を行うことができます。

典型的な基材に対するBrazeLet filler材料の拡散率



強度

ろう付け構成部品では、ギャップ設計で強度値を計算する必要があります。ほとんどのNi溶加材は間隙寸法に敏感で、 $<50\mu\text{m}$ が要求されますが、BrazeLet® Ni613 および BrazeLet® F300なら、より大きな間隙寸法でも十分な強さを維持できます。ろう付け材料およびろう付け接合部の強度測定は、バルク材の強度の測定と比べて複雑となります。さらにろう付けで作られた継ぎ目の強さには荷重条件も影響します。ヘガネスは、シェア試験および引張強度試験でろう付けで作られた継ぎ目の締結強度を測定します。シェア試験は、AWS C3.2/C3.2Mで概説された要件とガイドラインに従っています。

多くの場合例えば、ろう付けプレート熱交換器の中では、ろう付け継ぎ目は、せん断荷重ではなく引っ張り力がかかります。個々のアプリケーションにあわせた最良の助言を行えるよう、ヘガネスは、すべてのBrazeLet 溶加材について広範囲な引張試験を

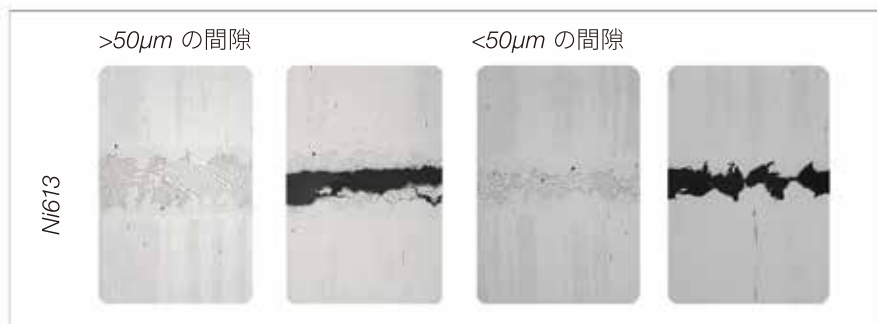
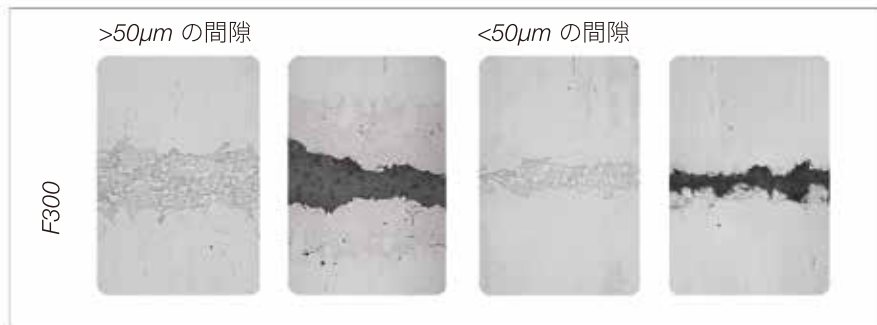
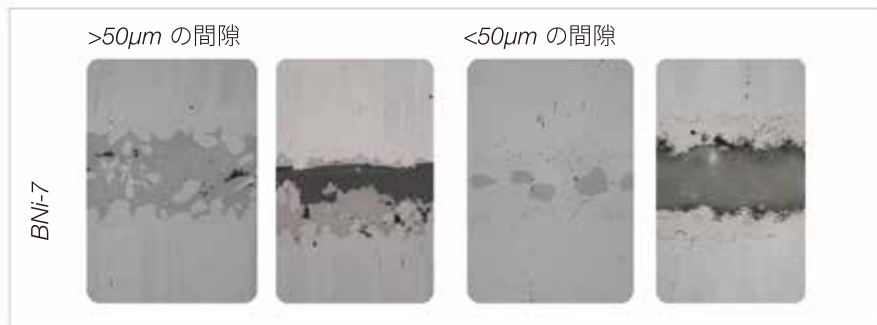
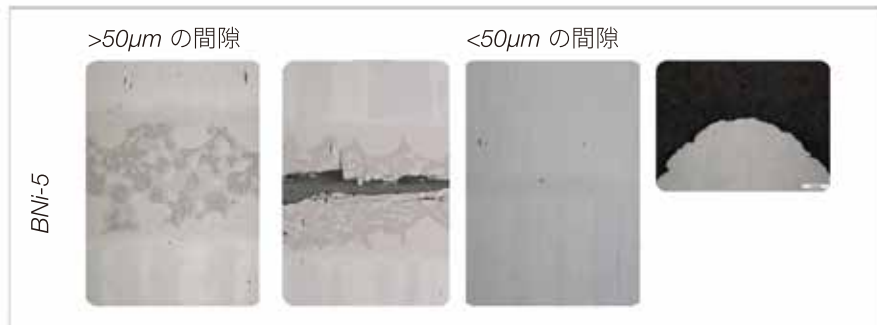
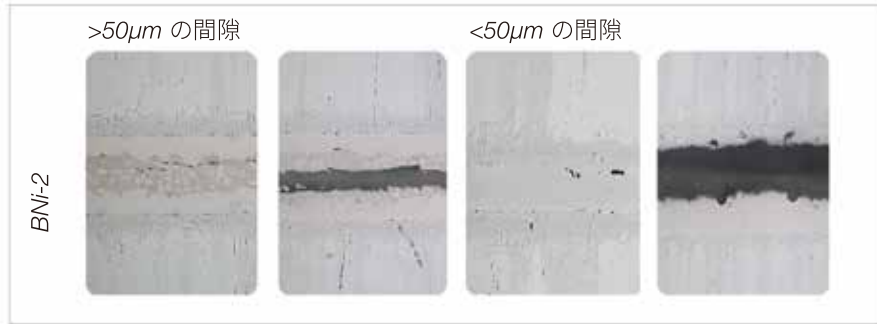
行っています。引張試験は、SS-EN 12797およびEN ISO 6892-1 (下に示されたとおり)に従って行なわれます。

この試験手法は、突合せ継手方法で中間ろう付けプロセスを備えた2段階の加工ステップを要求します。最後に、従来の引張試験機の中で形状がテストされます。この試験結果から、Ni-またFeベースの溶加材は、間隙寸法、ろう付け温度と時間に依存し、幅広く異なる微細構造を形成することがわかりました。

微細構造の差により、間隙寸法は、一部のろう付け合金の締結強度に非常に大きく影響します。BNi-2、BNi-5およびBNi-7のような一般的なNiベース合金は、低い間隙寸法で締結強度が著しく増加します。他方で、ヘガネス BrazeLet F300 および Ni613 は、間隙寸法に敏感でないことが示されました。これは、大きな間隙での脆い共晶相の晶出がBNi合金とは異なるためです。



微細構造と破損部の伝達に対するギャップ・クリアランスの影響





腐食

通常腐食試験は製品が実際に使用される環境にて実施されます。しかしヘガネスでは、ろう付けで使用するBrazeLet® 溶加材の選び方についてお客様への最良の助言を提供できます。ろう付けで作られた継ぎ目の腐食については、3つの主要因が評価されます:

- 母材の腐食
- ろう付け材料の腐食
- 拡散層の腐食

ヘガネスは、異なる BrazeLet 溶加材を使用した AISI 316L のオーステナイト鋼のろう付け継ぎ目の耐食性について広範囲な試験を行いました。これに加えて、AISI 430、AISI 441 および AISI 444 のような最も一般に使用されるフェライト系ステンレス鋼グレードの腐食試験も行なわれました。ろう付けで作られた継ぎ目の標準化された腐食試験方法(塩水噴霧試験および VDA 230-214 試験のような)への補足として、ヘガネスは、酸性環境中でのろう付け継ぎ目の耐食性を社内でテストする方法も開発しました。耐食性は、定性的に(試験後の顕微鏡評価) および定量的に(試験中の設定された時間間隔での高精度の重量測定) 評価されます。

基材、溶加材組み合わせあるいはろう付けプロセスおよび炉内雰囲気のような複数の要因が、ろう付けで作られた継ぎ目の耐食性に影響を及ぼします。広範囲な試験に基づいて、ヘガネスのろう付け専門技術者は、特定の腐食環境での最良の合金の推奨を行います。

ろう付けで作られた継ぎ目の腐食は以下をはじめさまざまな形式で生じます:

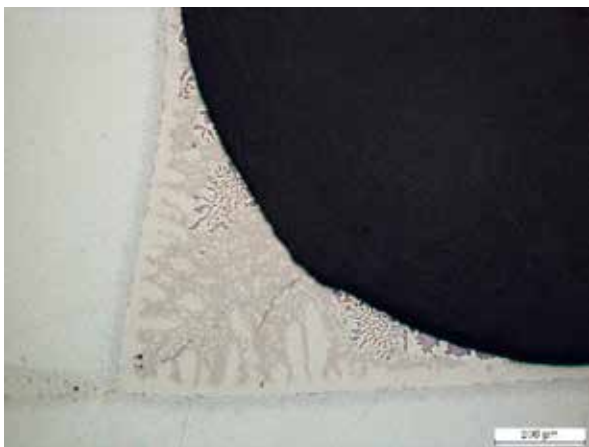
- 周囲のマトリックスより耐食性が低い微細構造中の一部の相の先行腐食
- 基材に沿った腐食 - 基材と溶加材の合金が周囲の材料より低い耐食性を持つ溶加材と基材とのインターフェイス
- Cr炭化物、Crホウ化物、Cr窒化物などの形成によるクロム(Cr)減損からの基材の粒界腐食
- 銅ろう付けのように、溶加材および基材間の耐食性に著しい違いがあると、溶加材と基材の間の電気化学的腐食が生じる場合があります。
- 高温と腐食環境に露出された、ろう付け溶接継ぎ目で応力がかかると、応力腐食割れ(SCC)が生じる場合があります。

ヘガネス専門技術者は、
お客様のニーズにあわせた
材質探しをお手伝いします!

腐食環境の溶加材の腐食試験の例

BrazeLet® Ni2

参考試料 -
腐食媒体にさらされていない場合



1週目

BrazeLet® Ni2

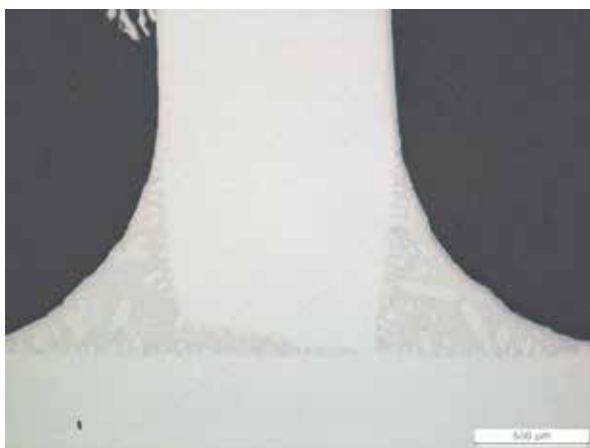
ヘガネスのpH1硫酸凝縮液ミックス内で4週経過後 -
Crホウ化物落滴によるインタフェイスラインの腐食



4週目

BrazeLet® Ni613

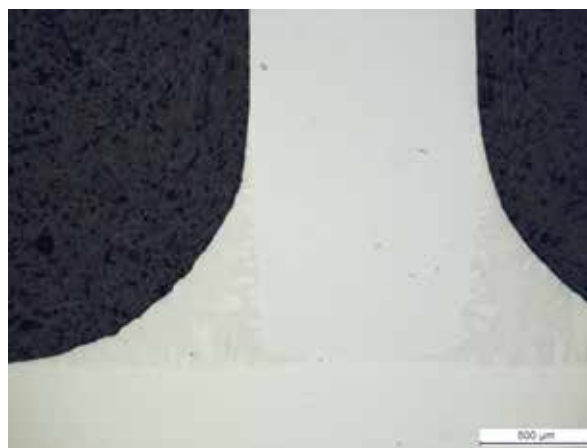
試料 -
腐食媒体にさらされていない場合



1週目

BrazeLet® Ni613

ヘガネスのpH1塩酸凝縮液ミックス内で8週経過後 -
目立つ腐食なし



8週目



ろう付け継ぎ目は、ろう付けされた構成部品の一体となった部分で、腐食環境での構成部品全体的な性能に重要な役割を果たします。



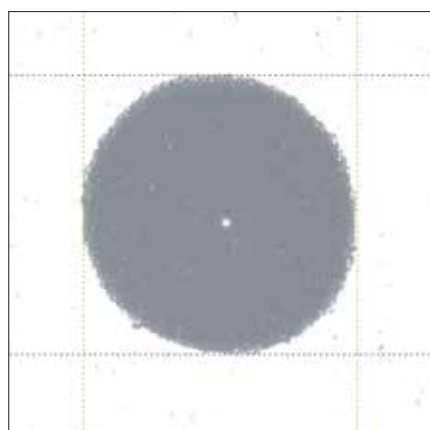
ペースト の塗布法

ヘガネスでは、一貫した高品質のろう付け結果を保証するために、さまざまなアプリケーションの特定の要件にあわせた、スプレー塗布、ディスペンシングおよびローラーコーティングのようなさまざまな BrazeLet® ろう付けペースト塗布方法を開発しました。

ディスペンシング

ディスペンシングニードルからのペーストの塗布は最も一般的なペースト塗布です。これは低い気圧で駆動されるディスペンサーユニットで、手動あるいは高ボリュームの大量生産では自動ディスペンサー方式で行うことができます。ディスペンシングは、さまざまなタイプの熱交換器プレート、ハウジングコンポーネント、マフラーのようなアドオンエレメントに適します。サイズに合わせたディスペンサーの型式、サイズ、ニードル形状および直径を使用することで、6-12 m/minまでの塗布速度を簡単に達成できます。気圧ディスペンサー(±5%)の代わりに精密スクリー・ディスペンサー(±1%)を使用することによって、さらに費用を削減できます。

ヘガネスのディスペンシングユニットは、モーターの正確なスクリー・ディスペンサーおよびロボットを特色とし、他の塗布テクニックではできない複雑な部品に、自動で高速にペーストを塗布できます。



dx=1.053 [mm]
dy=1.068 [mm]

ジェットディスペンシング

このテクノロジーでは、ディンプルプレート上の通路孔周りへの塗布、部品形状が障壁となる従来のペースト塗布方法を補完します。この種のプレートには、スクリーンプリンティングもローラー塗装も使用できません。ジェットディスペンサーは、プリントヘッドから基材に少量のペーストを噴射します。これはペーストを含む注射器のついた小さなヘッドから成ります。ヘッドはロボットにも xy-テーブルにも装着できます。



顕微鏡写真とジェットディスペンシング機器写真(武蔵エンジニアリング社提供)。



スクリーンプリンティング・ステンシルプリンティング

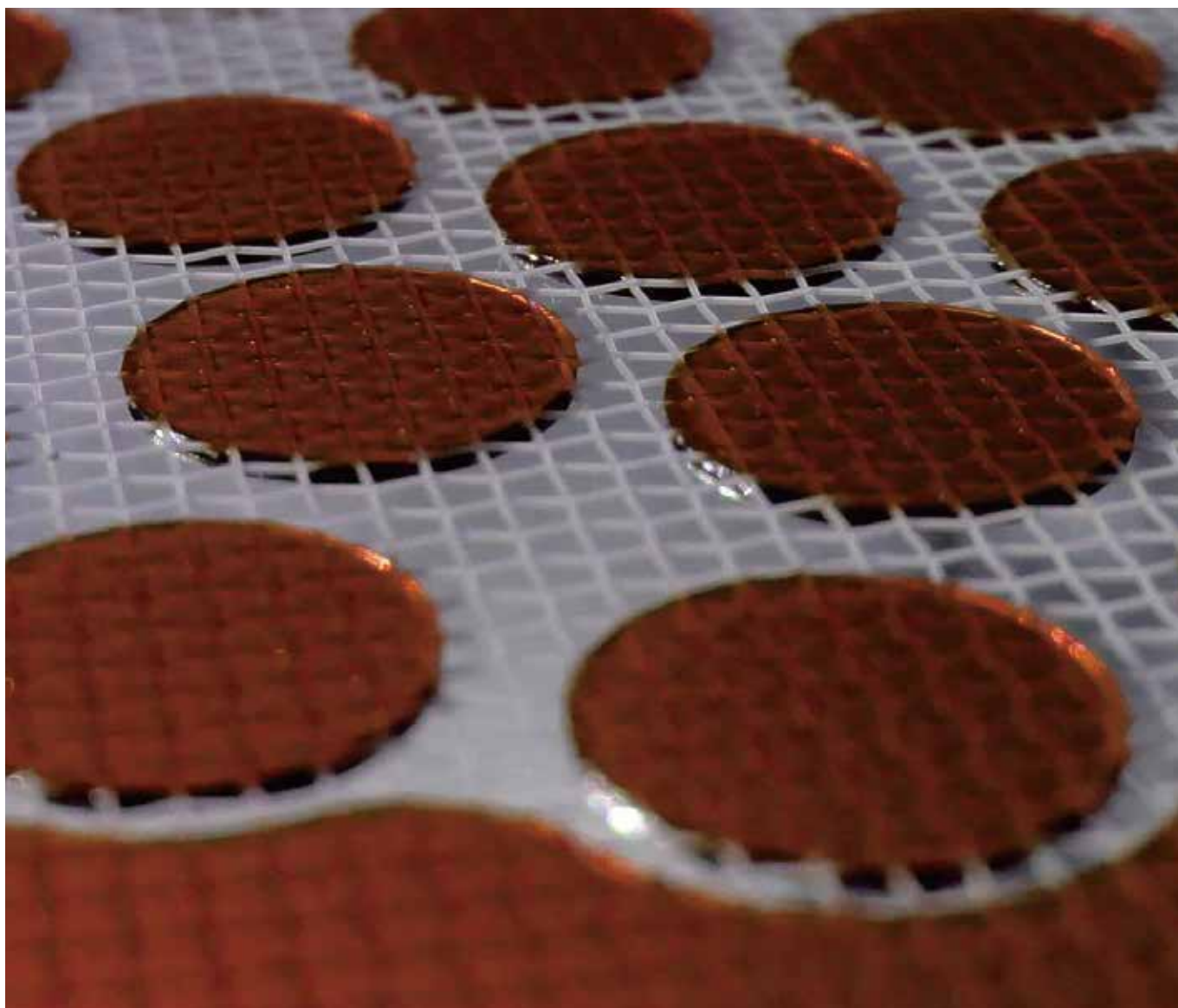
スクリーン及びステンシルプリンティングは、フレームやホールプレートのような形状の異なるフラットな基材に対し、効率性と生産速度、品質の安定が要求される場合に適用されます。この塗布方法は自動化された量産品に対して柔軟かつ効果的です。

スクリーンプリントはメッシュを使用し、構成部品上にペーストを転写する塗布テクニックです。ブレードまたはスクイージーで、構成部品にあわせて設計されたスクリーン上のメッシュエリアを通してペーストを押し広げます。ステンシルプリントは

レーザー・カット鉄鋼を使用し、構成部品上にペーストを転写する塗布テクニックです。ブレードまたはスクイージーで、構成部品にあわせて特に設計されたステンシルのレーザー・カットオープンエリアを通してペーストを押し広げます。

50 μ mまでの薄いペースト層も、わずか0.3mmの狭い構造も、最大0.8 mmまでの厚い層の塗布も可能です。

ヘガネスのテクノロジー・センターにあるスクリーン印刷機は、スクリーンあるいは孔版プリントの適切なペースト厚さで、お客様の部品のプロトタイプを製作できます。





ローラーコーティング

ローラーコーティングは生産速度と品質が最も重要な、水平構成部品に適しています。ろう付けペースト合金は、ホウ素(B)なしで製造でき、ホウ素を必要とするろう付け箔の代替として優れた性質を持ちます。ホウ素は、ろう付けで作られた継ぎ目耐食性、および強さと延性のような基材機械的性質に否定的に影響することが明らかになっています。同時に、箔と比較してローラーコーティングに使用される材料がより少ないため、材料費を節減することも可能です。ローラーコーティングプロセスの構成部品は、ペーストで覆われたローラーの真下にコンベヤベルトで送られます。その後、均質な厚さのペーストの層が構成部品上に塗布されます。ヘガネスのローラーコーティングペーストの独自特性により、ペースト量が均等になり、20m/分までスピードを上げることを保証します。

一部のアプリケーションは、アセンブリ中に硬ろうによる厚みの増加が許容されない場合があります。フィンが外筒へ差し込まれる場合、あるいは多数の構成部品が重なり、アセンブリ中に許容差問題が生じる場合、これは特にあてはまります。ヘガネスはこの問題に対処するため「0ギャップ」ペースト塗布を達成するローラーコーティングプロセスを開発しました。いわゆる側面コーティングでは、ペーストは構成部品の高くなった部品の側面に塗布されます。

ローラーコーティングにより達成可能なコーティング:

上面コーティング



側面コーティング



スプレー塗布

スプレーはペーストの層が構成部品の表面に均等に塗布される柔軟な塗布テクニックです。これは様々なコンポーネントのタイプおよび形状に適しています。薄い一層の均等なろう付けペーストの塗布によって、よりよいバインダー除去が行われ、部品アセンブリが改善され、腐食のリスクも縮小されます。スプレーによるろう付けペースト塗布は、手動と自動システムでの両方によって行えます。最良のスプレー品質を達成し、機器寿命を伸ばすためには、機器選びが非常に重要です。



ろう付けプロセス

炉内ろう付け

最適な結果を得られるよう、ろう付けプロセスおよび雰囲気に応じた特別な対応やろう付けペーストの適切な種類選びが必要です。ヘガネスでは、プロセスをできるだけ効率化するために必要な支援を提供します。

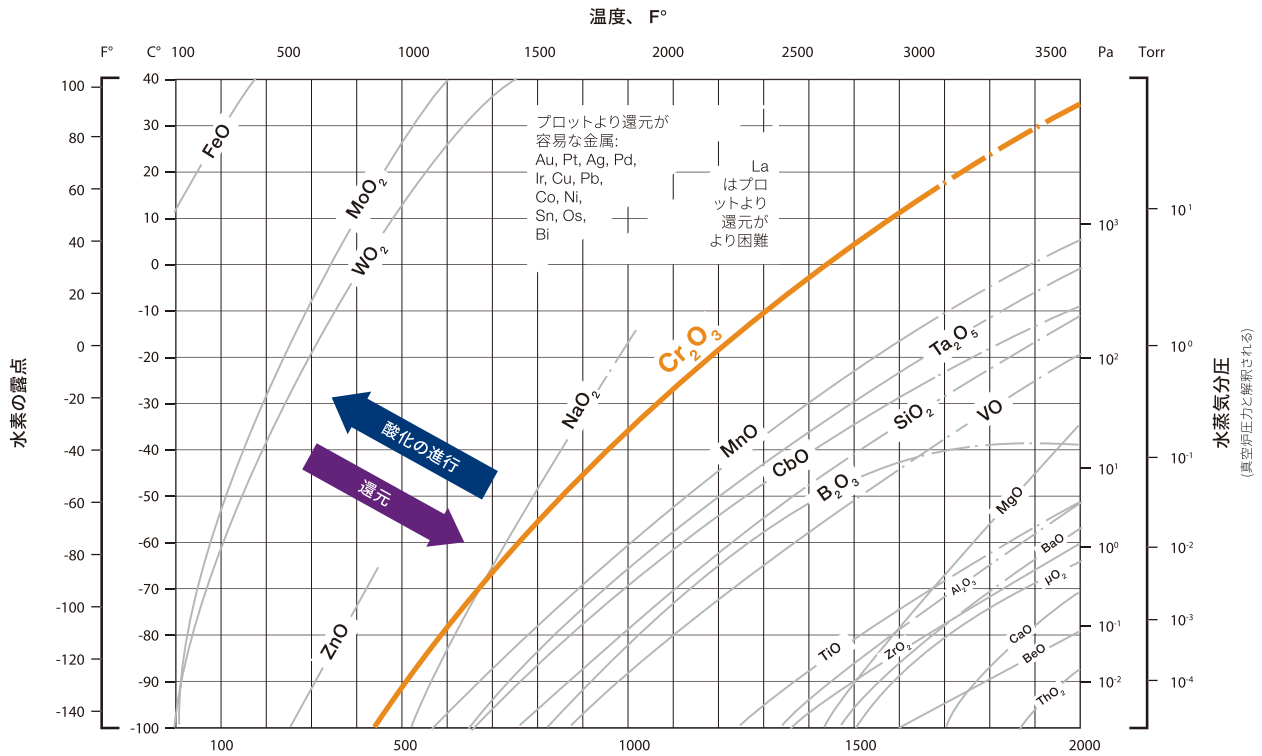
炉内ろう付けを成功させるために

ヘガネスのBrazoLet®溶加材は、真空ろう付け、雰囲気炉ろう付けおよび誘導加熱ろう付けのような炉内ろう付けプロセスで主として利用されます。炉内ろう付けの多くの利点の1つはろう付けサイクルのすべてのステージを監視制御できることです。これは再現性、品質および歩留改善に帰着します。ろう付けで良好な結果を達成するために、基材は、表面で溶加材を広がりやすくする防錆油、汚れ、グリースおよび酸化物を除去する必要があります。これはろう付けの前に、構成部品を適切に施工すること

により達成されます。プロセス中に、構成部品は、十分に乾燥した大気中で、清潔に維持し、酸化を防ぐ必要があります。金属と金属の酸化膜平衡曲線は、大気がどれくらい乾燥していることが必要か、一般的な金属酸化膜を還元するためにどれくらい高い温度が必要かについてガイドラインを供給します。この数年にわたって、平衡曲線が水素雰囲気だけでなく、窒素、アルゴンおよび真空のようなその他雰囲気にも適用されることが示されました。ろう付けを成功させるためには、ろう付け炉を適切な金属-金属酸化膜平衡曲線条件で運用する必要があります。



金属—金属酸化膜平衡曲線



N.BredzおよびC.Tennenhouseに基づく、
1970年純粋な水素大気中のメタル金属酸化膜平衡(溶接ジャーナル)

ヒント



金属酸化膜を還元するため、基材構成を調査し、最も問題のある元素を見つけ、これらの酸化物を還元できるよう、ろう付け条件が十分であることを確認してください。典型的には、基材内に0.5wt%以上の濃度で存在する元素のみを考慮します。複数の元素(TiまたはAlなど)は、ろう付け炉中に還元できない強い酸化物を形成します。TiやAl濃度が0.5wt%を超過する場合に、

ろう付けに先立って基材にNiの層で電気めっきが必要となることがあります。

適切な知識をもって、炉内ろう付けの経験を蓄積し、プロセスとろう付け結果のパラメータをモニターし、また適切な保守計画を実施することで、よりよい一貫した結果を達成できます。

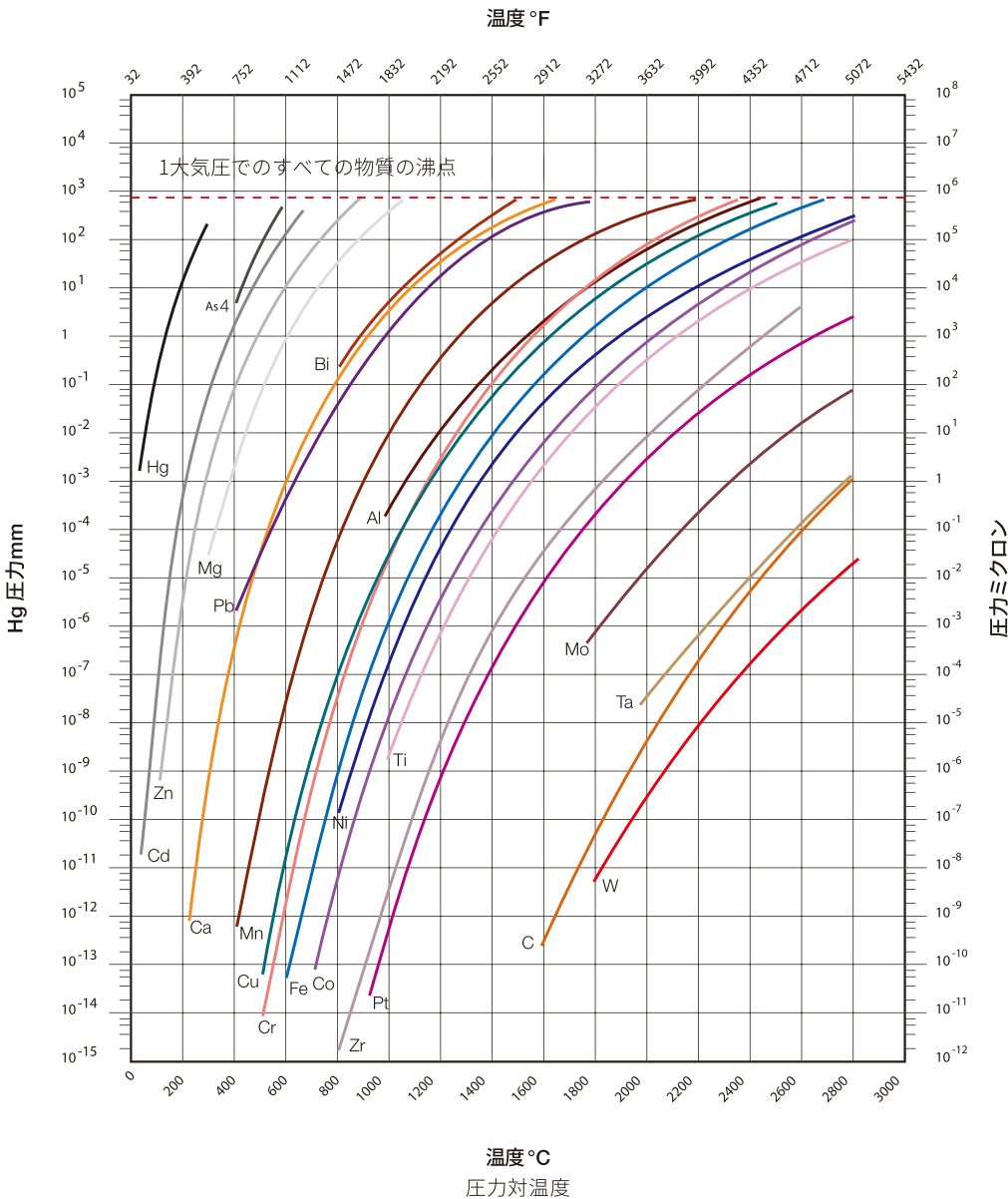
真空ろう付け

なぜ真空ろう付けを行うのですか？

真空ろう付けは、孔隙率のないクリーンなろう付け継ぎ目を作ることができます。特に他のろう付け雰囲気では、すべての面に効果的に到達できない、大型または複雑な構成部品に適しています。ろう付けプロセス中に、ガス(また酸素)はろう付け炉から除去されます。これは、基材とろう付け溶加材の酸化を回避するために十分に圧力を下げることにより行われます。最も一般的には真空炉はバッチ炉ですが、半連続的な真空炉も利用できます。

よい結果を生成するには何を考慮する必要がありますか？

ろう付け炉内の真空度が高いほど、ろう付けプロセスもよくなるという一般的な誤解があります。ですがこれは真実ではありません。十分に低い圧および高い温度では、金属からガスが抜け始め、継ぎ目孔隙率および炉メンテナンスの必要増のような問題を引き起こすからです。下に蒸気圧カーブで示されるように、ろう付け炉内の真空レベルは金属酸化膜を還元できる程度に高く、かつ基材や溶加材のガス抜けを防ぐため十分に低くする必要があります。さらに、炉内へのアルゴンあるいは窒素のような乾燥した不活性ガス分圧の導入により、ガス抜けを抑制することができます。多くの真空炉が分圧下で作動できます。

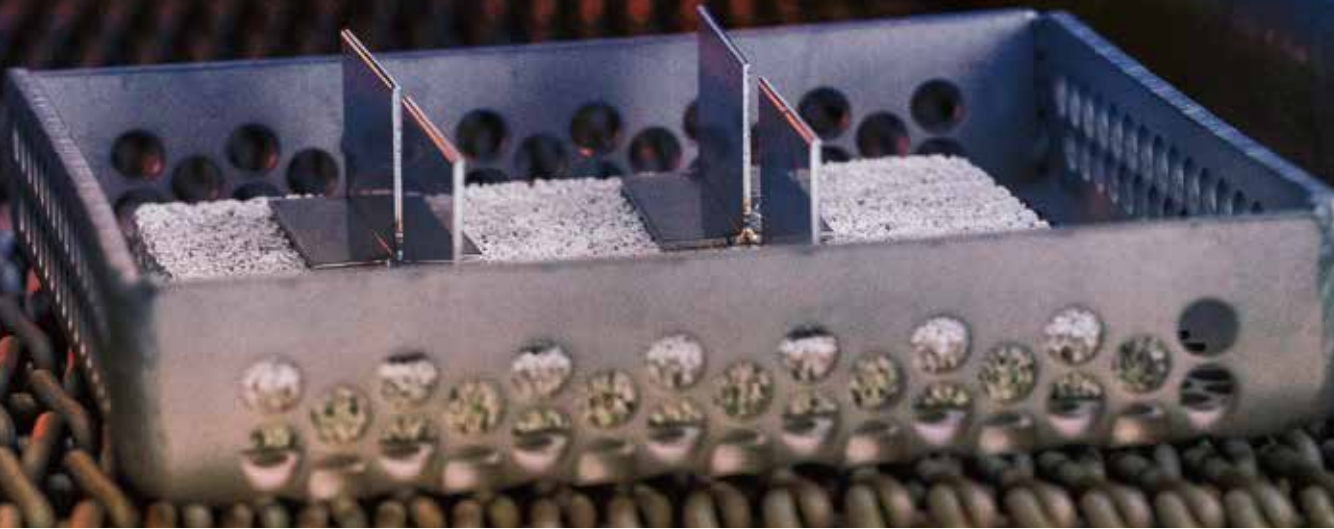


蒸気圧カーブ

R.G.に基づくAspdebおよび
W.Feduska(1958年)、
AISI 347の単一のラップジョイ
ントの疲労特性、Ni-Cr-Si-B-C
合金ろう付け(溶接ジャーナル)



ろう付けについての詳細は
こちら私たちのウェブサイト
www.hoganas.com/brazing
をぜひご確認ください。



雰囲気調整ろう付け

なぜろう付けで雰囲気調整を行うのですか？

真空も雰囲気調整として定義されますが、ここでは、「ろう付け雰囲気調整」とは、その他保護ガスあるいは還元雰囲気の中でろう付けを行うことを指します。ヘガネス BrazeLet® 製品のろう付けでは様々な雰囲気が使用されます。NiとFeに基づいた溶加材ろう付けで最も一般に用いられている雰囲気は次のとおりです：

- 酸素が除去された乾燥水素
- 低温または浄化された窒素+水素
- 浄化された不活性ガス (例えばアルゴン)
- 分解されたアンモニア (75% N₂ + 25% H₂)

炉内ろう付け雰囲気調整では、連続ベルト炉、半連続炉あるいはバッチ炉が使用されます。連続ベルト炉は、酸化に過度に敏感でない構成部品で、典型的に量産の場合に使用されます。

よい結果を生成するには何を考慮する必要がありますか？

ろう付け雰囲気によって、最適なろう付けペーストおよび正確な溶加材を特別な配慮のうえで選択する必要があります。炉設備の操作の安全性にご注意ください。

大気圧下の雰囲気調整でのろう付けの場合、ろう付けの継ぎ目は、典型的には真空ろう付け継ぎ目と比較して孔隙率が高まります。これは、溶加材からガスを取り除くときの駆動力がより低いからです。

連続または半連続炉のろう付けペーストについては、部品のスーティングや溶加材の酸化を防ぐため、推奨温度(典型的に450°C)でのバインダ除去専用ステップを含めるようにすることが重要です。さらに、溶加材のすべりやバインダ、除去後の部品落下を防ぐため、ファーネス中のベルト移動が滑らかであることが重要です。

正確なプロセス・パラメータを使用する限り、ベルト炉内ろう付けで高品質の部品で高い生産速度を達成できます。ヘガネスのろう付け専門技術者は、お客様のプロセスに最適な BrazeLet ペーストを推奨することができます。

ろう付けプロセス お客様のろう付け サイクルを最適化

ろう付けプロセス中に、ヘガネス BrazeLet® ペーストは一連のステージを経ています。推奨標準サイクルの使用により、お客様の結果を最適化する方法をご紹介します。

推奨ろう付けサイクル

推奨されるろう付けサイクルは、右側に示されるように、ペーストは金属粉、ポリマーおよび溶剤を含み、湿った状態で始まります。加熱すると、溶剤が蒸発し乾燥したペーストが残ります。次に、ポリマーが燃焼され、金属粒子のみが残され、金属粒子が焼結されます。最後に、ろう付け材料が溶融して流れだし、毛細管効果により接合部隙間が充填されます。

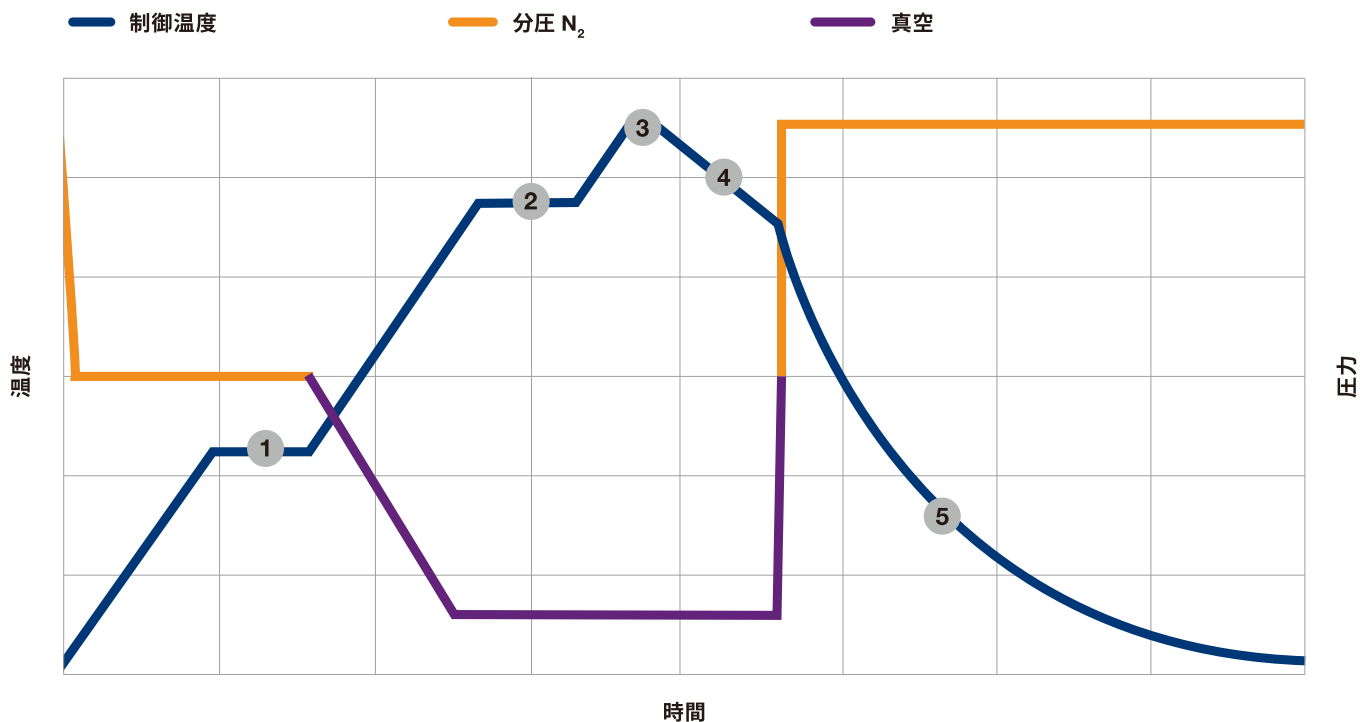
各段階のタイミングは、ろう付け材料やペーストの種類によって異なります。ヘガネス BrazeLet® F300の例では、下記が使用されます：

乾燥:	バインダによって 20 - 170 °C
バインダ除去:	バインダによって 300 - 450 °C
溶融の開始点:	1000 - 1030 °C
金属残渣:	1040 - 1060 °C
完全ろう付け溶接	1100 °C

お客様のプロセスを強化

お客様のろう付けプロセスを最適化するためには、ろう付けプロファイルの目的の理解が重要です。ステップの一部は必ずしも必要とは限りません。その一方で、最良のろう付け結果のためにより複雑なステップが必要となることもあります。典型的には、ろう付けプロファイルはすべて、450°Cで制御された十分に長いバインダ除去時間を含めることで、全バッチが要求温度に達するよう保証する必要があります。さらに、溶解を始める前に、均質化ステップを含めることが一般的です。これはろう付け合金の固相線温度を通過する前に、全バッチが同じ温度となることを保証するために不可欠です。均質化ステップは、炉内の加熱速度の縮小により回避することができます。ろう付け温度でのホールド時間を設けることも推奨されます。しかしこのステージの炉内では温度が比較的均等となっているため、前のステップより時間は短くなります。加速冷却は、工程の全体的な所要時間を促進し、かつ結晶粒界分離や粒子成長など、基材への否定的影響を最小化する目的で推奨されます。

分圧真空炉ろう付けの推奨温度 および圧力プロファイル

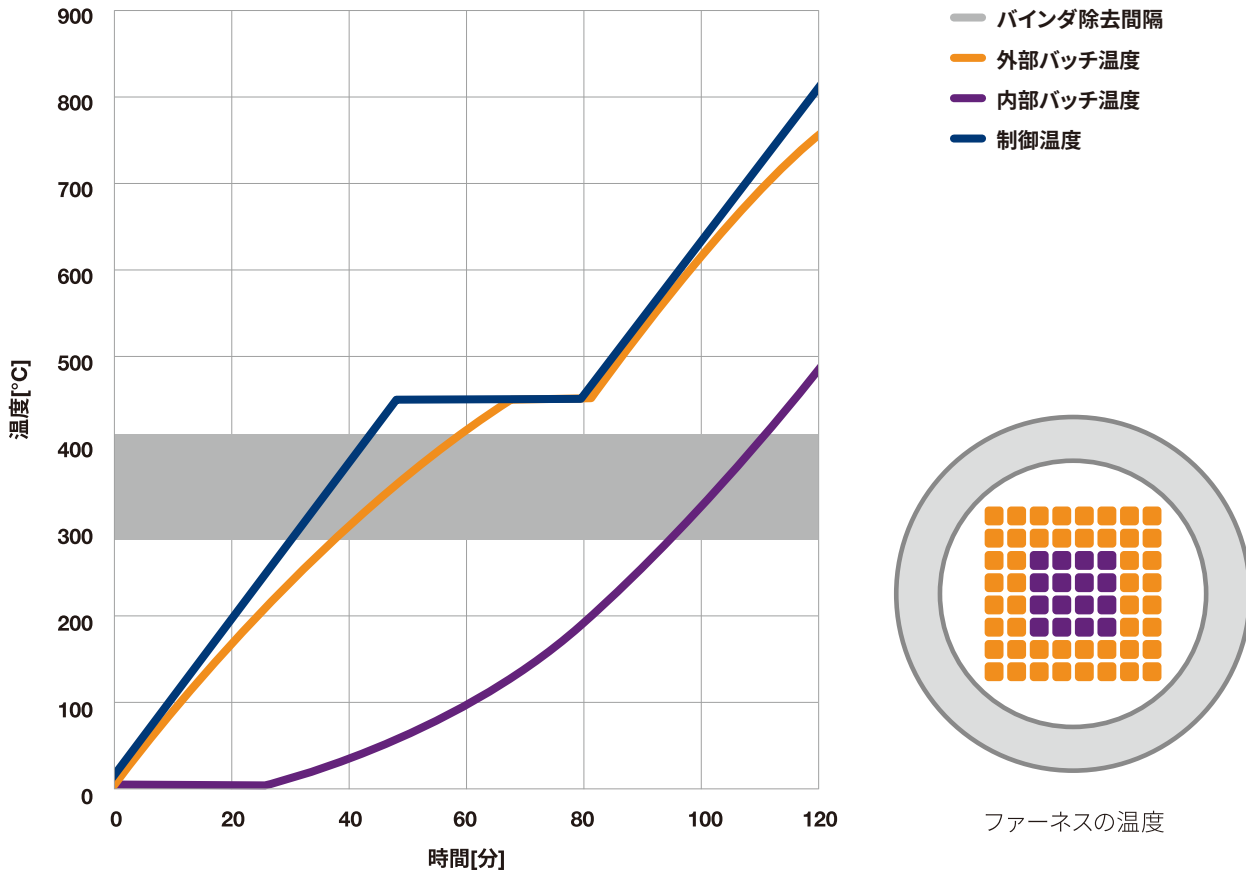


1. 制御されたバインダ除去工程
2. 温度均質化
3. ろう付け
4. 制御された冷却
5. 加速冷却

最適なろう付け推奨プロファイルに沿わない場合、高品質溶加材やろう付けペーストでも、ろう付け結果が劣る危険があります。正確なバインダ除去工程とバッチ全体を正確なろう付け温度に熱することが、注意深く考慮が必要な主な二つのポイントです。

塗布するペーストにあわせた
サイクルを確保してください！

温度上昇時の伝熱、 およびバインダ除去に対する影響



バインダ除去

ろう付け材料の種類によっては、酸化に対してより敏感なものもあり、十分に温度が高くと、ろう付けのあらゆる段階で酸化が起こる可能性があります。酸化しやすいろう付け充填剤には、高Cr含有溶加材Ni613およびBNi-12があります。形成される酸化物は、酸化温度と大気中の酸素含有量に依存して、薄灰色から、暗い緑色まで変化します。

バインダの昇華時の酸化は、バインダ中のポリマーが分解する際に部品の温度が高すぎることで発生する、一般的な問題です。およそ550°C以上の温度からは、これは極めて重要になります。

ヘガネス BrazeLet® ペーストは、通常85-93%の金属粉を含んでおり、残りはバインダとなっています。

部品を炉に入れる前に、水あるいは油 (バインダの主構成物質) を乾燥させる場合があります。ろう付けペーストの0.2-2% (ペースト・タイプに依存) がポリマーで、温度範囲300-450°Cで炉によって分解されます。プロセスの分解中に、N₂、O₂およびCOのようなガス副産物が生成されます。

バインダを除去した部品は、その周囲に半雰囲気をつくりだし、温度が高すぎる場合に酸化を引き起こします。したがって、温度が上昇する前に部品を炉から取り出す必要があります。真空ポンプは、一般に半大気の除去に十分ですが、N₂のような高乾燥なプロセスガスによって、工程を高速化できます。

バインダの除去で、温度を意図的に550°C以上に上昇させていない場合でも、酸化が発生する可能性があります。低温の真空炉内では熱伝達が低いため、バッチの中央の温度が高い可能性があります。炉内には雰囲気ガスがないため、熱伝達は主に放射により行われます。放射熱伝達の固有の問題は、バッチの中央が影になることです。温度は、通常、上図と同じ数値によって影響を受けます。内部の製造ロットがバインダ除去温度 (300-400°C) に達すると、外部の製造ロットはすでに550°C以上の臨界温度に達し、バインダの酸化が発生する可能性があります。



ろう付けの問題が解決しないときは？

私たちのろう付けの経験によって、問題の原因を発見し、プロセス改善でお客様を支援します。

基材・溶加材の褪色・変色はろう付けでの一般的な問題ですが、容易に回避することができます。こうした褪色は、高温になったろう付けサイクルの炉内の酸素から生じます。この問題を克服するためには、酸素の発生源を捜し出す必要があります。右側のテーブルは、基材と溶加材の酸化の一般的ないくつかの原因を示します。

品質管理手段として、各ろう付け炉・バッチで、1つあるいは複数の既知の一貫した品質の参考標本を含むことも可能です。この方法によって、ろう付け炉自体が問題か基材や溶加材に関する問題か正確に示すことができます。



真空炉ろう付け

酸化BM*	溶解なし BFM** (継ぎ目なし)	溶解BFM、 酸化なし (完全な継ぎ目)	部分溶解BFM、 酸化残留物あり (完全な継ぎ目)	可能性のある原因
-	X	-	-	<ul style="list-style-type: none"> • バインダ除去の条件不良 • ろう付け温度に達していない
-	-	-	X	<ul style="list-style-type: none"> • バインダ除去の条件不良 • プロセスにあわないろう付けペースト・タイプ • ろう付け雰囲気不完全
X	X	-	-	<ul style="list-style-type: none"> • 真空の漏れ • ろう付け温度に達していない
X	-	-	X	
X	-	X	-	<ul style="list-style-type: none"> • 冷却ガスシステムでの漏れ • 冷却ガスが高温で導入された

ベルト炉内ろう付け

酸化BM*	溶解なし BFM** (継ぎ目なし)	溶解BFM、 酸化なし (完全な継ぎ目)	部分溶解BFM、 酸化残留物あり (完全な継ぎ目)	可能性のある原因
-	X	-	-	<ul style="list-style-type: none"> • バインダ除去の条件不良 • ろう付け温度に達していない • 溶加材とろう付け雰囲気が互換性を持たない
-	-	-	X	<ul style="list-style-type: none"> • バインダ除去の条件不良 • プロセスにあわないろう付けペースト・タイプ • ろう付け雰囲気不完全
X	X	-	-	<ul style="list-style-type: none"> • ガスの乾燥不足/プロセスガスシステム上の漏れ • 空気が炉に混入 - 保護ガスの流動性率が低く不適切
X	-	X	-	<ul style="list-style-type: none"> • クーリングゾーンへの空気の流入

* BM =基材** BFM =溶加材



アプリケーションサポート

業界活用例

私たちは、お客様が将来の課題に必要な、一歩先のニーズのためによりよいソリューションを見つけるられるようお手伝いします。

私たちのテクノロジー・センターでの経験およびテスト能力を使用し、お客様のろう付けプロセスをできるだけ効率的に実行し、最小のコストのソリューションを見つられるよう助言をご提供します。お客様がそれぞれの市場で成長できるよう、私たちがどのように支援できるかについては、さまざまな産業サクセスストーリーの例があります。

EGRクーラー

ヘガネスはろう付け溶加材だけでなく、複数のEGRクーラーメーカーとの共同で、ろう付けペースト材の塗布も提供しています。EGRクーラーはヘガネスの許諾製品 BrazeLet® Ni613 でろう付けできます。EGRクーラーの高温に耐える、優れた腐食および酸化抵抗を備えたろう付け合金です。ヘガネスのユニークなバインダ組成とあわせて、高品質のろう付けペースト塗布と、漏れのない継ぎ目を生産できます。

ステンレス鋼ろう付けプレート熱交換器

HVAC 市場で競争的優位を獲得するために、ろう付けプレート熱交換器のメーカーにとって、スペース、エネルギーおよびメンテナンス負荷の削減はすべて重要な要素です。飲料水アプリケーションの厳しい環境要件によって、ろう付け溶加材としての銅の使用は置換されています。

ヘガネスは、複数の製造と一緒に緊密に協力し、Fe合金溶加材を使用し、あわせてコスト効率の良いペースト塗布方法に移行することを目指しています。ステンレス鋼ろうは、完全にリサイクル可能であるため、より持続可能なソリューションです。





ヘガネスの技術によってクリーンで乾燥したCuを含まない状態を維持できます。



ヘガネスのろう付けソリューションでCu-フリーのオイルクーラー

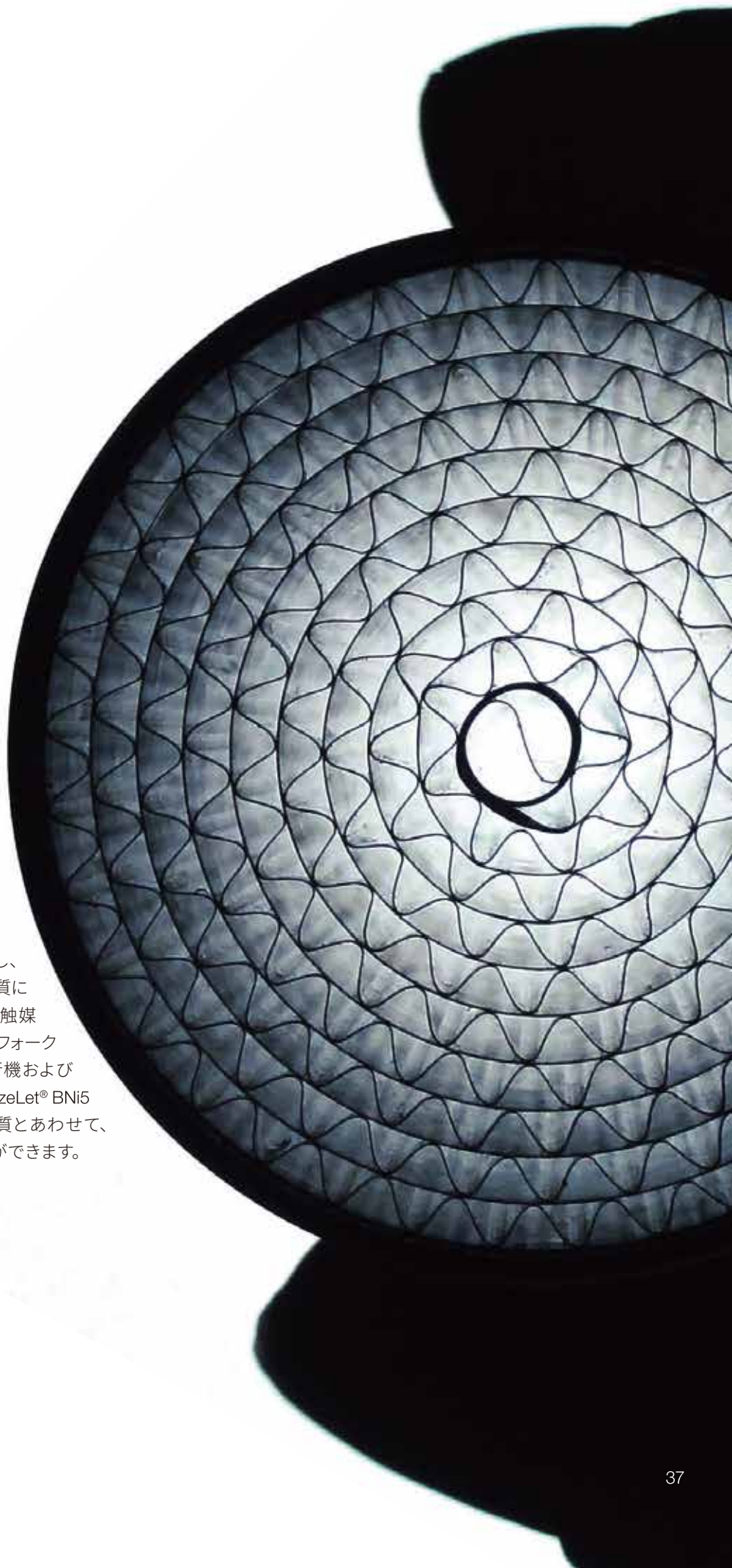
Höganäs BrazeLet® F300, は、特許取得ステンレススチールろう付け溶加材で、銅を一切含まないオイルクーラーろう付けを可能にします。エンジンオイルへの銅の浸出がないため、オイルの寿命を延ばし、エンジンの摩耗を最小限に抑制できます。さらに利点として、完全にステンレス鋼だけで製品を作れるため、

再利用がより容易で、すべてのステップでサステナビリティが促進されます。オイルクーラーのタービュレーターは、ローラーコーティングを効率的に使用して、ペーストを塗布できます。これは、ローラーコーティングプロセスのために特に処方されたヘガネス自社開発ペーストを使用して、最大20m/minのベルト速度のコーティング膜を生産できます。

お客様のニーズにあわせたソリューションが見つかります！
私たちはお客様と協力し、市場でのお客様の成長を支援できることを楽しみにしています！

触媒コンバータ

触媒コンバータは、内燃機関からの排気の毒性を低減する装置です。これは、触媒を使用し、燃焼からの有毒副産物を、有害性の少ない物質に変換する化学反応を刺激する働きをします。触媒コンバータは、エンジンを使用する発電設備、フォークリフト、採鉱機器、トラック、バス、列車、飛行機および他の機械でも使用されます。ヘガネスの BrazeLet® BNi5 ペーストの使用によって、プロセスは製品品質とあわせて、プロセスの安全性も改善し、最適化することができます。



私たちは持続可能な道を歩みます！

Höganäs は、変化を促す存在となり、真に持続可能な事業を行う努力をしています。私たちにとって、環境や社会への配慮と事業の成功は密接に結びつくものです。私たちの持続可能な戦略「マウントサステナビリティ」にその方向性が定められています。

素晴らしく有意義な職場は、尊敬や公平な待遇、能力開発、リーダーシップ向上を指します。私たちにとって、人こそが、質の高い製品やサービスをお客様に対しタイムリーかつ効率的にお届けするための基礎となるものです。

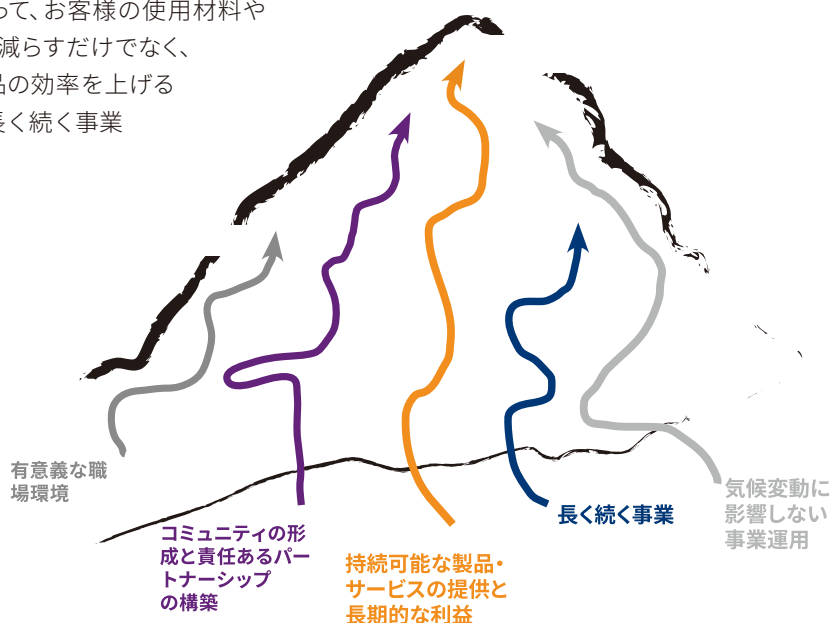
コミュニティの形成と責任あるパートナーシップの構築には、特に、責任あるソーシング、サプライヤーとの協力関係の中で人権や労働権、汚職行為防止、環境保護に関する高い基準を設けそれを守るといった広範な取り組みが含まれます。

持続可能な製品と長期的な利益とは、お客様と社会の両方に利益をもたらす製品の開発努力を表したものです。

私たちの製品によって、お客様の使用材料やエネルギー消費を減らすだけでなく、お客様の最終製品の効率を上げることもできます。長く続く事業

とは、効果的な働き方、清潔な職場環境、資源の責任ある使用、廃棄物ゼロ、無事故への取組みを通して、高品質の製品を確実にするものです。気候変動に影響を与えない事業運用は、生産および輸送過程における排出量の監視、エネルギーや資源の効率的な使用によって、徐々に再生可能な資源へとシフトしていくという、私たちの事業を導くビジョンです。

Höganäsは、社会の期待や要求に応えるため、サステナビリティを実現し、サプライヤー、エンドユーザー、研究機関、コミュニティとの協力を模索するパートナーを目指します。





私たちはお客様と協力できる
ことを楽しみにしています。

企業が少ない労力で より多くの成果を達成 するように息吹を 与え続けること

Höganäsのビジョンは「企業が少ない労力でより多くの成果を達成するように息吹を与え続ける」ことです。金属粉の技術は無限の力を秘めています。材料とエネルギー消費を削減するだけでなく、最終製品を効率的に低コストで製造出来る新しく優れた技術を使用することができます。金属粉末は資源効率のよい選択肢であり、多くの産業に適しています。これは、持続可能な世界への私たちの貢献の一つです。

今すぐ最寄りのヘガネスオフィスにお問い合わせください。



スウェーデン Höganäs AB
Höganäs
電話: +46 42 33 80 00
info@hoganas.com

ブラジル Höganäs Brasil Ltda
モジ・ダス・クルーゼス
電話: +55 11 4793 7729
brazil@hoganas.com

中国 Höganäs (China) Co. Ltd
上海
電話: +86 21 670 010 00
china@hoganas.com

フランス Höganäs France S.A.S.
リマ
電話: +33 474 02 97 50
france@hoganas.com

ドイツ Höganäs GmbH
デュッセルドルフ
電話: +49 211 99 17 80
germany@hoganas.com
Höganäs Germany GmbH
ゴスラー: +49 532 175 10
ラウフェンブルグ: +49 776 38 20
germany@hoganas.com

インド Höganäs India Pvt Ltd
ブネー
電話: +91 20 66 03 01 71
india@hoganas.com

イタリア Höganäs Italia S.r.l.
ラバッコ (ジェノヴァ)
電話: +39 0185 23 00 33
italy@hoganas.com

日本 ヘガネスジャパン株式会社
東京
電話: 03-3582-8280
japan@hoganas.com

韓国 Höganäs Korea Ltd
ソウル
電話: +82 2 511 43 44
korea@hoganas.com

ロシア Höganäs East Europe LLC
サンクト・ペテルブルグ
電話: +7 812 334 25 42
russia@hoganas.com

スペイン Höganäs Ibérica S.A.
マドリッド
電話: +34 91 708 05 95
spain@hoganas.com

台湾 Höganäs Taiwan Ltd.
台北
電話: +886 2 2543 1618
taiwan@hoganas.com

英国 Höganäs (Great Britain) Ltd
トンブリッジ、ケント州
電話: +44 1732 377 726
uk@hoganas.com

米国 North American Höganäs, Co.
ホールソップル、ペンシルバニア州
電話: +1 814 479 3500
usa@hoganas.com