

HIGH PERFORMANCE Pfinodal® COPPER ALLOY STRIP

スピノーダル分解とは

- スピノーダル強化型銅合金は材料内部が一定の濃度変調（時効硬化）の周期により強度および応力緩和特性を向上する。
- ピノーダルは金属合金元素が条全長において時効硬化前に金属粉末冶金処理において均一化されている。
- スピノーダル時効硬化処理は他の金属冶金処理とは異なる。
- ピノーダルは冷間圧延、時効処理の温度や時間により、その材料がもつ特性や加工性に影響を及ぼす。

ピノーダルの特性と特徴

- 高温化において応力緩和に優れている。
- 高強度特性が有り加工性の優れている。
- 時効硬化時において収縮変形が少ない。
- 時効硬化材及びミルハードン材のご提供が出来る。
- ハンダ特性に優れ、高温度化において金属間接合に反応する。
- 耐食性にも優れ洗浄も容易。アンモニア湿気内において摂氏40度、500時間でも耐食性が保たれる。
- プレス加工及び部品生産において初期費用が少なく、コストセーブが可能である

ピノーダルの化学成分

NICKEL	14.5-15.5%
TIN	7.5-8.5%
COPPER	BALANCE
COPPER AND NAMED ELEMENTS	99.90%
OTHER ELEMENTS	0.10% MAXIMUM

C72900 is CDA-UNS designation for Ni-15 Sn-8 Cu alloy
ASTM B-740 standard specification for Copper-Nickel-Tin Spinodal alloy strip.

ピノーダルの物理・機械的特性

Electrical Conductivity at 68°F (20°C)	7.8 % IACS
Electrical Conductivity at 392°F (200°C)	7.3 % IACS
Thermal Capacity (Specific Heat)	0.09 BTU / lb•°F at 68° (30x10 ³) (J/Kg K)
Thermal Conductivity	17 BTU / ft•HR•°F at 68° 29 w/m•K at 20°C
Coefficient of Thermal Expansion	9.1x10 ⁻⁶ in/in•°F 68°F - 572°F 16.4x10 ⁻⁶ Per °C, 20°C - 200°C
Modulus of Elasticity (Tension)	18.5x10 ⁶ Psi (127x10 ³) (MPa)
Modulus of Rigidity	7.5x10 ⁶ Psi (52x10 ³) (MPa)
Density	0.323 lb/in ³ 384 (gm/cc)

Available in

時効硬化回火材

MECHANICAL PROPERTIES OF PFINODAL ALLOY C72900

Age Hardenable (annealed and cold worked)

Standard Designation	Temper Name	0.2% YS ksi (MPa)	UTS ksi (MPa)	Elongation (%)	Hardness VHN	Minimum Bend Ratio	
						90° Bad Way	180° Bad Way
TB00	Solution HT	25-45 (172-310)	64-85 (441-586)	32-60	100-150	0	0
TD01	1/2 Hard	52-75 (358-517)	75-100 (517-689)	18-35	150-235	0	0
TD02	3/4 Hard	75-100 (517-689)	85-110 (586-758)	8-20	190-275	0-0.5t	0.5-1t
TD03	1/2 Hard	90-115 (620-793)	95-120 (655-827)	3-12	210-290	0.5-1t	1.5-2t
TD04	Hard	95-125 (655-862)	100-130 (689-896)	1-10	220-300	2-3t	3-4t

Age Hardened (annealed and cold worked, parts age hardened)

Standard Designation	Spinodal Hardening Treatment	0.2% YS ksi (MPa)	UTS ksi (MPa)	Elongation (%)	Hardness VHN
TX00	700°F/2 hr. (370°C/2 hr.)	100-130 (619-896)	120-150 (827-1034)	6-20	275-350
TS01	700°F/2 hr. (370°C/2 hr.)	115-145 (793-1000)	130-160 (896-1103)	4-16	290-365
TS02	700°F/2 hr. (370°C/2 hr.)	135-165 (931-1138)	145-175 (1000-1206)	3-12	315-390
TS03	700°F/2 hr. (370°C/2 hr.)	145-175 (1000-1206)	155-185 (1069-1275)	2-9	325-400
TS04	675°F/2 hr. (360°C/2 hr.)	155-185 (1069-1275)	165-195 (1138-1344)	2-6	335-410

Available in

びミルハードン回火材

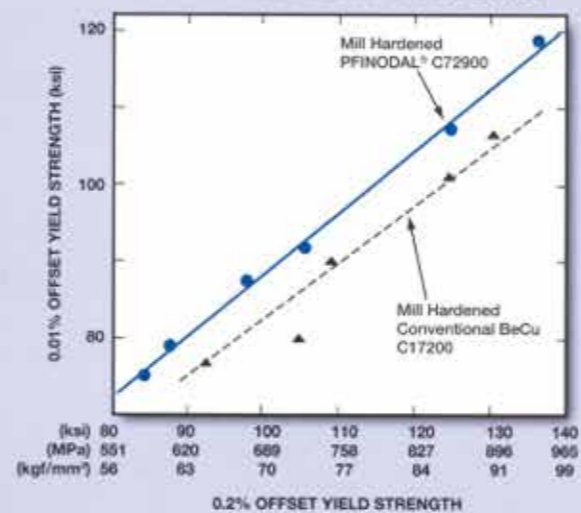
MILL HARDENED TEMPER DESIGNATIONS FOR PFINODAL C72900

(cold worked and hardened)

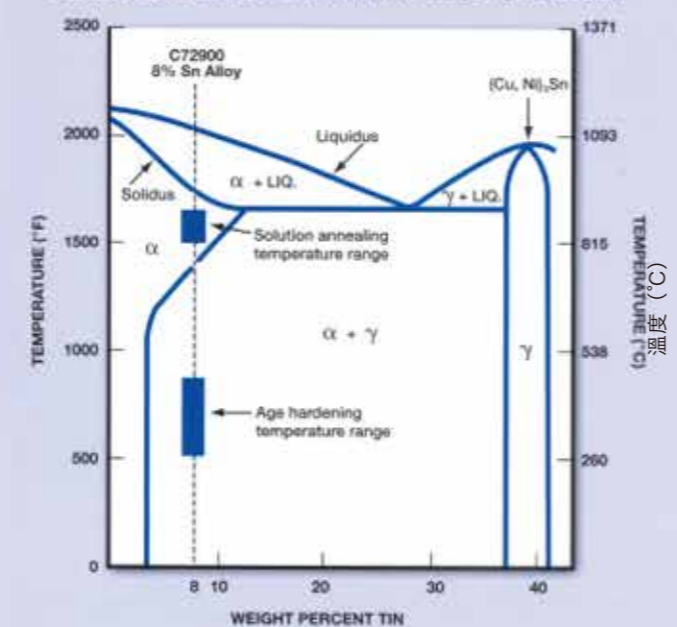
Standard Designation	0.01% YS ksi (MPa)	0.2% YS ksi (MPa)	UTS ksi (MPa)	Elongation (%)	Hardness (VHN)	Minimum Bend Ratio	
						90° Bad Way	180° Bad Way
TM00	65-90 (448-620)	75-95 (517-655)	95-115 (655-792)	22-36	190-290	0	0-0.5t
TM02	75-100 (517-689)	90-110 (620-758)	105-125 (723-862)	15-30	215-315	0-0.5t	0.5-1t
TM04	90-115 (620-729)	105-125 (723-862)	115-135 (792-930)	10-24	245-345	0-1t	0.8-1.5t
TM06	100-125 (689-862)	120-145 (827-999)	130-150 (896-1034)	6-16	270-370	0.5-6.0t	2-3t
TM08	115-140 (792-965)	140-170 (965-1171)	150-178 (1034-1226)	2-10	305-405	—	—

*Minimum bend radius measured in 3 point bending in an unsupported die

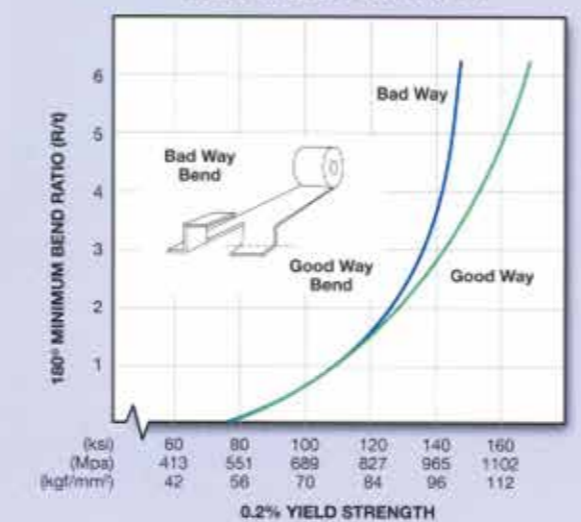
0.01% YIELD STRENGTH VS. 0.2% YIELD STRENGTH FOR PFINODAL AND BeCu STRIP



Cu-Ni-Sn PSEUDO-BINARY PHASE DIAGRAM



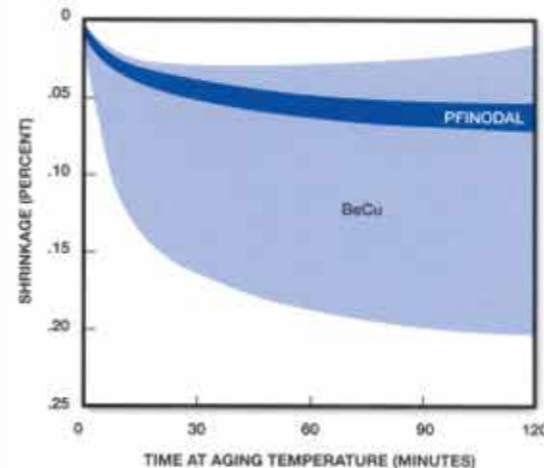
PFINODAL 180° MINIMUM BEND RATIO VS. 0.2% YIELD STRENGTH



収縮変形無し

ピノーダル加工品は簡単な時効硬化処理（熱処理）により時効され、更に収縮変形が起こらない。時効硬化時には治具も必要としない。時効硬化材は加工性に富み、高い強度を求める際に使用される。他の時効硬化処理材については、例えばベリリウム銅などは、熱処理による変形が発生します。この変形は部品寸法精度に大変影響します。また治具を用いてベリリウム銅の熱処理が可能ですが費用負担が掛かります。

時効硬化によりピノーダルとベリリウム銅の線変化



NOTE: 0 to 40% cw. Longitudinal and Transverse Directions Both Alloys
Aging Temperatures: Pfinodal - 700°F (371°C) BeCu - 600°F (316°C)

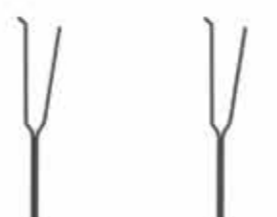
ベリリウム銅部品の変形

ベリリウム銅部品は変形が



時効前と時効後のC17200ベリリウム銅合金の部品

ピノーダル部品は変形が起こらない



時効前と時効後のC72900ピノーダルの部品

熱処理炉と雰囲気

ピノーダル加工品の時効硬化処理（熱処理）は安定均一温度が設定された循環炉において最良の状態になります。真空又はマッフル型炉などあらゆるタイプの熱処理炉が適応可能で、炉容量や温度コントロールが適切に作動することが重要。

あらゆる不活性ガスや還元ガスが用いられ、特に熱処理後の加工品の良好な表面状態を求める場合には窒素3%水素（フォーミングガス）の雰囲気最適である。この場合、熱処理後において部品洗浄や酸洗なしで良好なハンダ濡れ性が得られる。

塩分を含む処理は他の銅合金同様、熱処理後に洗浄が必要であるのでお勧めしない。ソルトポット（塩分処理）の場合は完全に加工品が洗浄され塩分が除去されてから熱処理を行う。

応力緩和特性

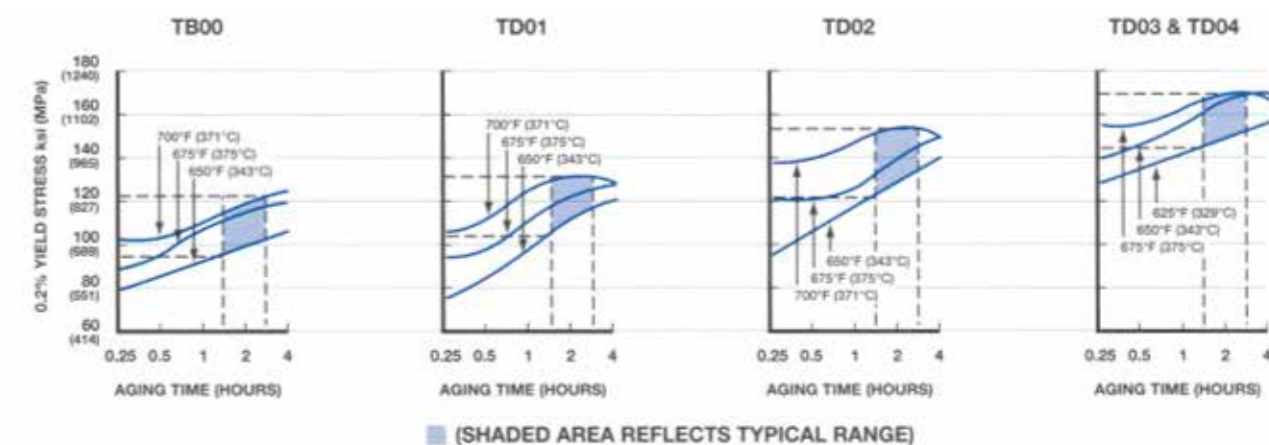
推薦する最大特性ピノーダル加工品の熱処理温度と時間は下記の表の通りです。

PFINODAL PEAK/NEAR PEAK AGING PARAMETERS

TEMPER	TEMPERATURE / TIME
TB00 TD01 TD02	675° - 700°F (357° - 371°C) / 2 hours
TD03 TD04	650° - 675°F (343° - 357°C) / 2 hours

熱処理温度及び時間を変えることにより加工品特性を保ちながら良好な状態になることもあります。加工品の表面酸化防止のため炉の温度を摂氏93°以下に設定しないようお勧めします。

ピノーダル加工品の熱処理カーブ（時間と温度）



ピノーダル加工品熱処理に対する心得

ピノーダルの最良特性を得るためにはいろいろな熱処理条件の検討が必要である。

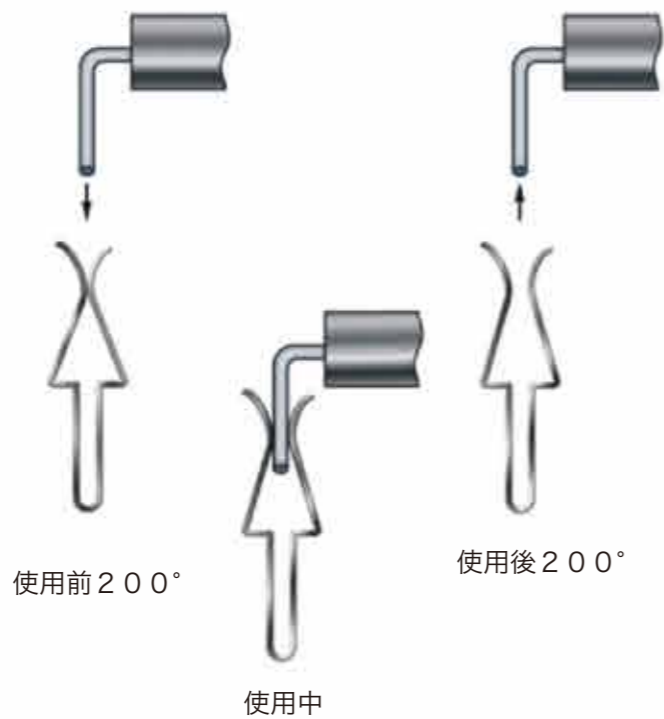
- 加工品が最大ストレスを抱えている時は摂氏14°以下の熱処理温度が望ましい。この結果、部品の強度は最大値を得ることになります。
- 加工品を限られた加工（プレス、捻り、圧着等）で延性を求める場合は摂氏14°以下の熱処理温度をお勧めします。この条件は加工品に延性が有り強度をわずかに下げることが出来ます。
- 熱処理後に加工品が過酷な再加工（再びプレス加工や90度曲げ加工等）を行うときは更に低い熱処理温度（摂氏28°）又はそれ以下が望ましい。
- オーバーエイジングはお勧め出来ません。オーバーエイジングは強度と靱性を著しく失う。加工品が伸びを求める場合はアンダーエイジングがお勧めです。
- 特別な加工品特性が必要な場合はアメテックへお問い合わせ下さい。当社において、熱処理外注等でお役に立てることが出来ます。



応力緩和特性

非常に高い温度のピノーダルの応力緩和のバネ特性は高温長時間維持される。コンタクトが端子挿入部に挿入され、ビームの長手方向に応力緩和を発生される。長時間、室温で部品に力を加えない状態で長時間放置して置く。温度が上がれば通常の合金は弾性応力が発生し弾性ひずみが永久変形に形成される。

温度が上がれば通常の合金は弾性応力が発生し弾性ひずみが永久変形に形成される。温度が上昇し時間が経過すれば永久変形は固定される。挿入部から部品を抜くと、スプリング形状は原型に戻らず、更に開放される。再び部品を挿入しても、相手パネは弾性変形が少なく従って強度が劣ってくる。弱いパネ力は断絶が発生し更にはパネ部品と挿入部品との間に通電が起こらなくなる場合がある。



使用前 2000°

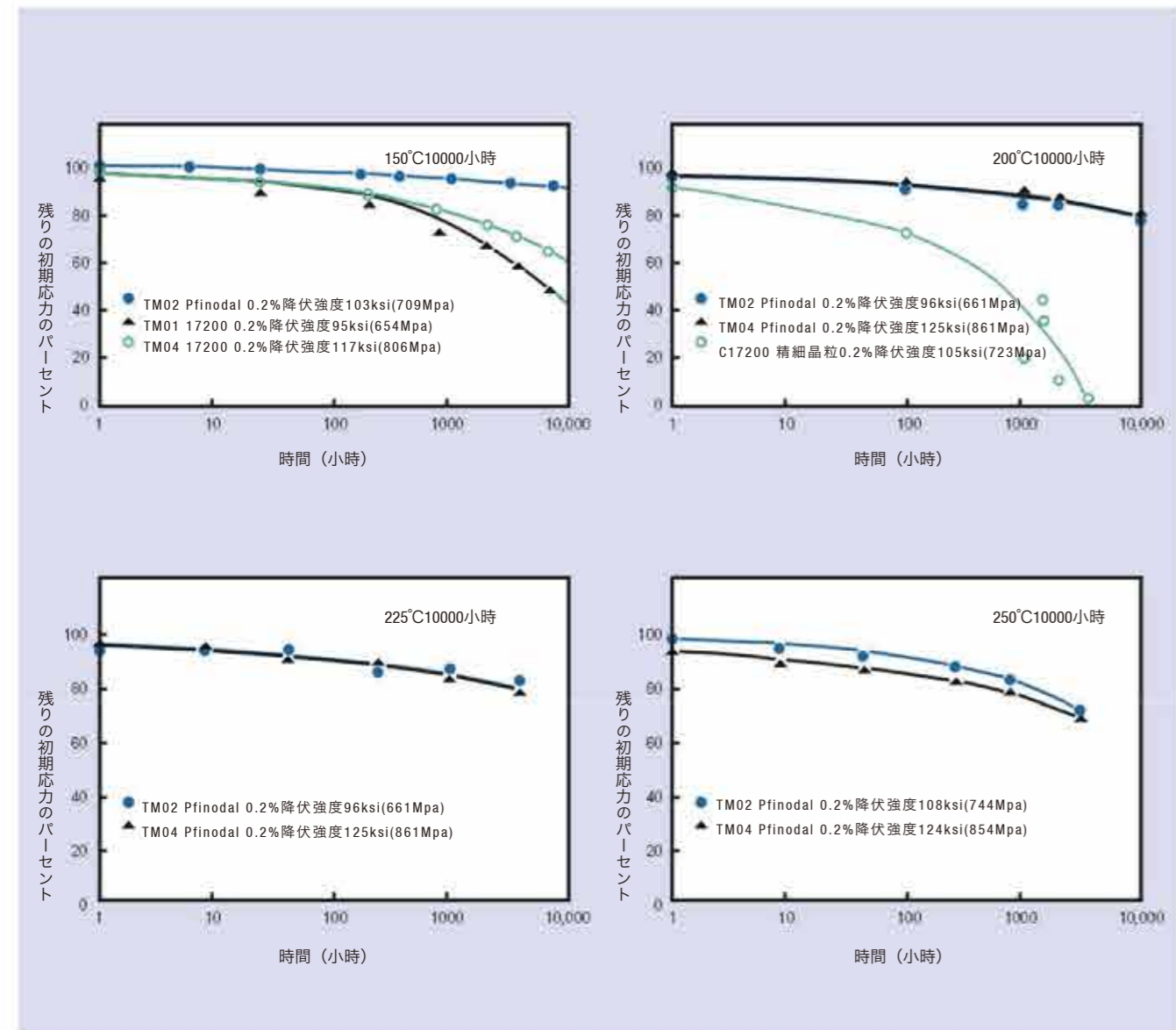
使用后 2000°

使用中

図はピノーダルでは発生しない部品の応力緩和を表す

応力緩和特性

全てのデータは0.2%耐力を元にした80%初期応力による



バーイン又は高温化での用途

銅ニッケル錫合金のスピンナー合金のピノーダルは常温化及び高温化使用で高信頼、かつ、経済的な材料です。華氏 125° から 225° における高温化やバーイン状況化の用途において、ピノーダルは長時間、応力緩和に優れ更に表面状態も良好で加工がし易い。ピノーダルは長期蔵置が維持されハンダ濡れ性も良好でメッキ性やインレイクラッド等にも適している。メッキやハンダに対しては軽度の洗浄でフラックス等の使用も少量ですむ。高温使用での電子部品においては、フラックス除去が非常に重要である。

ハンダ付け

殆どの銅合金において高温化では錫ハンダに中間層を形成する。従って、高温化で中間層を形成したいためには良質はハンダ使用をお勧めします。

最良の状態ではハンダ付けする場合、加工品に対し約摂氏 50° 以上で溶けるハンダをお勧めする。

摂氏 150° 以上温度の場合

このようは高温化では、殆どの銅合金に中間層が発生します。この状態を軽減するには、錫 10% 以下の亜鉛ハンダの使用をお勧めします。更に業界では成分 10Sn88Pb2Ag のハンダを使用しております。ラボ実験では摂氏 225° の温度状況でもピノーダルはこのハンダに適合しております。錫 10 鉛 90 ハンダは摂氏 200° 以上で使用することはお勧めしません。

摂氏 150° 迄の温度の場合

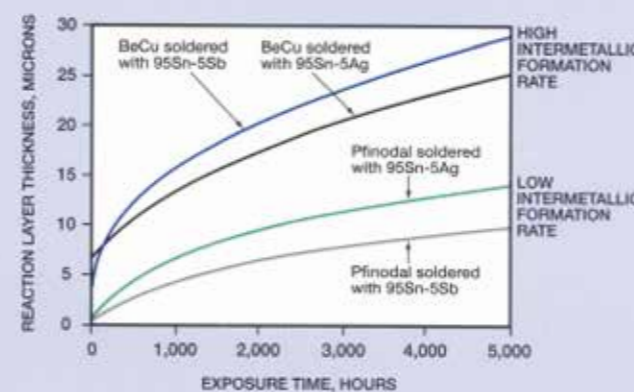
従来の Sn-Pb 系共晶ハンダの使用が可能です。

一般的はハンダの使用例

ASTM* Alloy Grade	Composition	Solidus		Liquidus		Suggested Temperature Ranges of Use with Pfinodal		
		°C	°F	°C	°F	Up to 150°C	150°C to 200°C	Above 200°C
Tin/Lead								
Sn63	63Sn/37Pb	183	361	183	361	*		
Sn60	60Sn/40Pb	183	361	190	374	*		
Sn50	50Sn/50Pb	183	361	216	421	*		
Sn45	45Sn/55Pb	183	361	227	441	*		
Sn40A	40Sn/60Pb	183	361	238	460	*		
Sn30A	30Sn/70Pb	183	361	255	491	*		
Sn25A	25Sn/75Pb	183	361	266	511	*		
Sn15	15Sn/85Pb	225	437	290	554	*		
Sn10A	10Sn/90Pb	268	514	302	576	*	*	
Sn5	5Sn/95Pb	308	586	312	594	*	*	*
Sn2	2Sn/98Pb	316	601	322	611	*	*	*
Silver Bearing								
Sn96	96.5Sn/3.5Ag	221	430	224	434	*		
—	95Sn/5Ag	221	430	241	465	*		
Sn108	10Sn/88Pb/2Ag	268	514	299	570	*	*	*
Ag2.5	97.5Pb/2.5Ag	300	576	304	580	*	*	*
Tin/Antimony								
—	100Sn	232	450	232	450	*		
Sb5	95Sn/5Sb	233	452	240	464	*		

Solidus: Temperature at which melting begins during heating, or freezing ends during cooling.
Liquidus: Temperature at which material is completely molten during heating, or freezing begins during cooling.
* From ASTM Standard B32-83. Others without ASTM Grade from ASM Metals Handbook, 9th Edition, Volume 6.

摂氏 150° 下ではベリリウム銅よりピノーダルがハンダ濡れ性に優れている。



アメテック SMP は 50 年以上の金属製造のバイオニアとして君臨し、多くの金属製造特許を有する企業であり、ポンド製品、金属粉末、条、板、線材等を生産しております。アメテックはステンレスやニッケルクラッド材やステンレス、コバルト、ニッケル合金粉末の製造もしております。金属条や異形線や加工品製造において製造メーカーリーダーとして創業しております。アメテック SMP は米国ニューヨーク証券に上場している AME の一事業部であり、電子機器や制御装置メーカーとしてグローバルリーダーであります。約 14,000 人の従業員を有し、全米で 80ヶ所以上に工場を保有しており、全世界や全米各地に 80 以上のサービス拠点や代理店を持っております。

AMETEK®

SPECIALTY METAL PRODUCTS

21 Toelles Road, Wallingford, CT 06492 U.S.A.
Phone: +1 203-265-6731 Fax: +1 203-949-8876
www.ametekmetals.com wfd.sales@ametek.com

ISO 9001
CERTIFIED

©2010, by AMETEK, Inc.
All rights reserved. Printed in the U.S.A.
1.5M111CRW (130107)

HIGH PERFORMANCE
Pfinodal®
COPPER ALLOY STRIP

AMETEK®
SPECIALTY METAL PRODUCTS