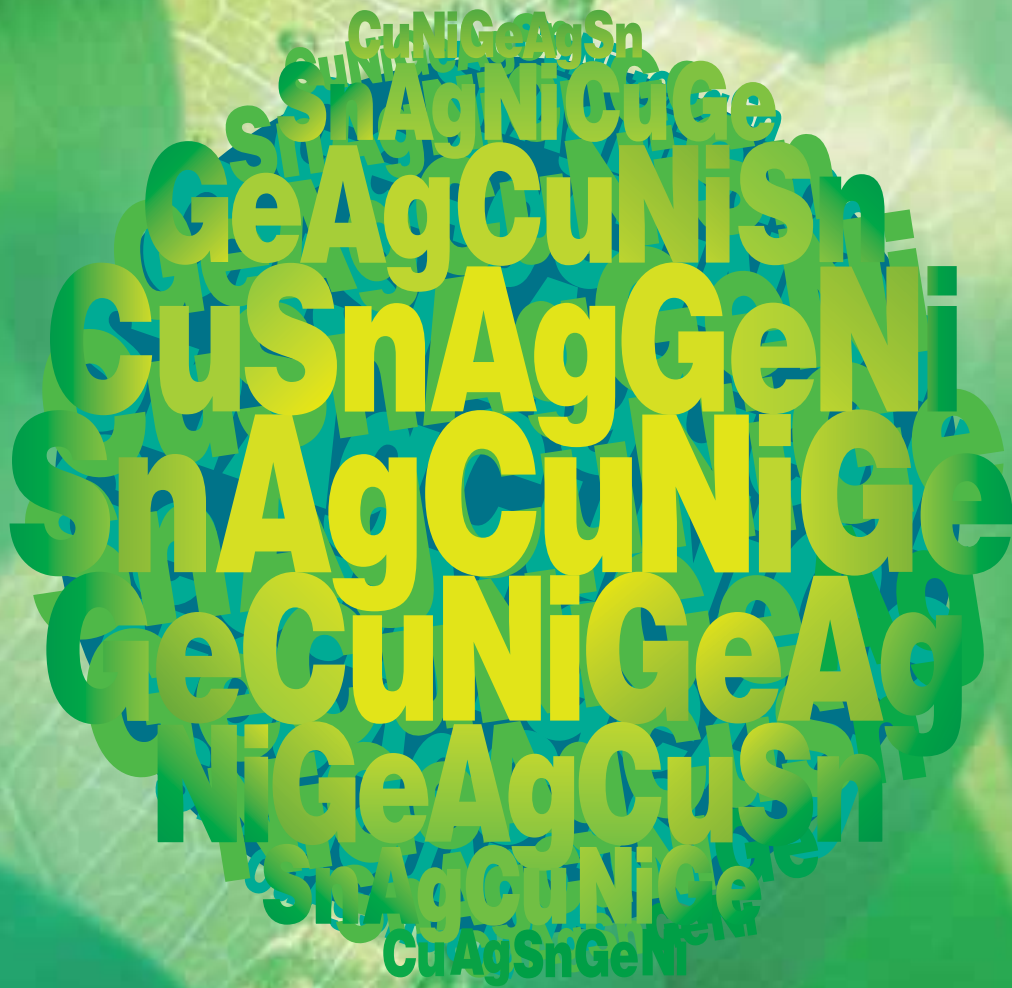


富士電機の鉛フリー5元はんだ

—特許とライセンスのご紹介—

世界の環境対策へ。
5元素、強カスクラム。



富士電機の鉛フリー5元はんだは、 電気・電子機器の大切な「基板づくり」を支えています。

WEEE & RoHS指令が発令された2006年より、日本における電子部品実装にも鉛フリー化が深く浸透してきました。これからは過酷な環境に強い「高品質な鉛フリーはんだ」の時代に入ります。

富士電機は、RoHS指令の動きにいち早く対応して2001年鉛フリー5元はんだを開発し、日本、ドイツ、米国における特許を取得しました。以来、グループ内ではこの鉛フリー5元はんだを利用し、あらゆる環境への対応力を強化してきました。また、国内外約50社のはんだメーカー様に特許を許諾し、同メーカー様のご協力を得て、世界におけるはんだの「より高次の鉛フリー化」を推進しています。

5元はんだは現在、インバータ、プログラマブルコントローラ、マグネットスイッチ、パワーデバイスなどの産業機器や自動販売機、コンピュータ、携帯電話、各種半導体、デジタルカメラなどの実装基板に使用されています。富士電機の鉛フリー5元はんだは、多様化する高度な電気・電子機器の「心臓部」ともいえる基板づくりのお手伝いをしています。



富士電機鉛フリー5元はんだ

ーライセンスのご案内ー

富士電機の鉛フリー5元はんだは、錫(Sn)、銀(Ag)、銅(Cu)、ニッケル(Ni)、ゲルマニウム(Ge)の5元素からなる鉛フリーはんだで、日本、米国、ドイツにおける特許を取得しています。また、他の金属組成からなる鉛フリーはんだについても特許を取得しており、現在、国内外のはんだメーカー様にこれらの鉛フリーはんだの特許に関するライセンス許諾を行っております。*

富士電機の鉛フリーはんだ特許

<鉛フリー5元はんだ>	(出願日)
日本国特許第3296289号	1998年6月17日
米国特許第6179935B1号	1998年4月14日
ドイツ特許第19816671C2号	1998年4月15日

<SnBi系>	
日本国特許第3386009号	1999年6月25日
米国特許第6156132号	1999年2月4日
ドイツ特許第19904765B4号	1999年2月5日

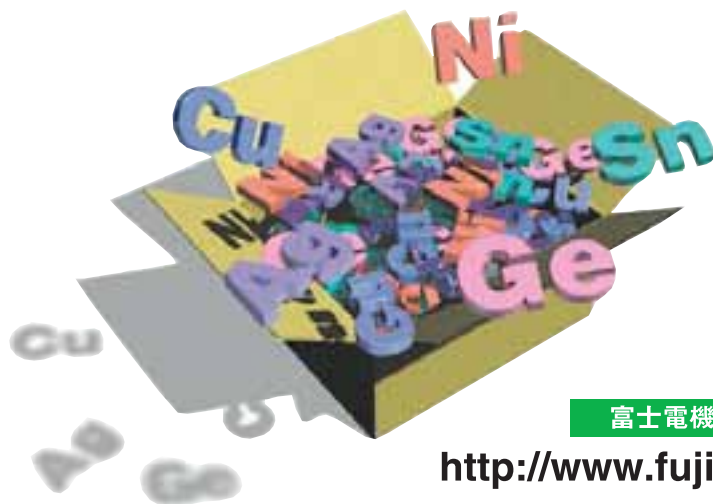
<その他の取得特許>	
日本国特許第3262113号	2000年1月6日
日本国特許第3353640号	1997年4月16日
日本国特許第3353662号	1997年8月7日
日本国特許第3353686号	1998年2月5日
米国特許第6179935B1号	1998年4月14日
米国特許第6156132号	1999年2月4日
ドイツ特許第DE19904765B4号	1999年2月5日
ドイツ特許第DE19816671C2号	1998年4月15日

■上記特許は本頁末尾のURLでご覧いただけます。

鉛フリー5元はんだ 金属組成と含有量

	Ag	Cu	Ni	Ge	Sn主成分(重量%)
日本国特許第3296289号	1.0≦Ag≦4.0	0<Cu≦2.0	0<Ni≦0.5	0<Ge≦0.1	
米国特許第6179935B1号	0<Ag≦4.0	0<Cu≦2.0	0<Ni≦1.0	0<Ge≦1.0	
ドイツ特許第19816671C2号	0<Ag≦4.0	0<Cu≦2.0	0<Ni≦1.0	0<Ge≦1.0	

■米独特許では銀含有量は0を含まない0-4重量%の間で自由に設定できます。



富士電機鉛フリー5元はんだホームページ

<http://www.fujielectric.co.jp/solder/>

*ご連絡先は巻末をご参照ください。

富士電機の 鉛フリー5元はんだ

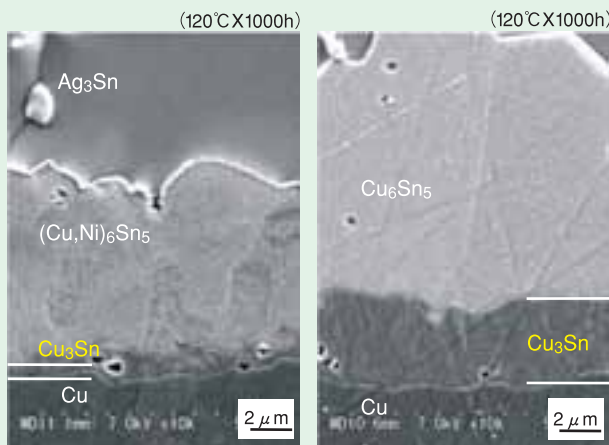
— 金属の特性と効用 —

富士電機の鉛フリー5元はんだは、錫 (Sn) を主成分とした、銀 (Ag)、銅 (Cu)、ニッケル (Ni)、ゲルマニウム (Ge) の金属を組み合わせたはんだ合金です。このはんだには、組織が緻密で、濡れ性と高温安定性や静的強度に優れたAgに加えて、近年の研究で知られるNiとGeの特徴が活かされています。

Niの効果

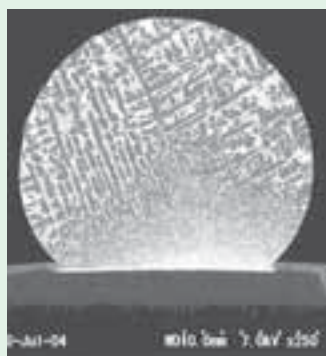
< 接合部の信頼性 >

はんだ合金にNiが含まれると、接合界面における反応相の成長が抑制されます。これは、鉛フリー5元はんだの接合界面に安定した $(\text{Cu}, \text{Ni})_6\text{Sn}_5$ の金属間化合物がごく薄く形成されることで、 Cu_3Sn 層の生成・成長を抑制し、はんだと母材の接合を良好にしているためと見られています。*1



5元はんだの場合

接合不具合発生の原因となる厚い Cu_3Sn 化合物層



5元はんだBGAボールの断面図

< Cu食われの防止 >

Niが含まれることで、Cu食われや配線板のCu電極の消失を抑えることができます。また、それによって起こるはんだ槽内におけるCu濃度の上昇を抑えることが期待できます。これは、Niが $(\text{Cu}, \text{Ni})_6\text{Sn}_5$ 金属化合物層を生成することによって、Cu食われを抑制できるためだと考えられています。



5元はんだの場合(250°C X 1h)



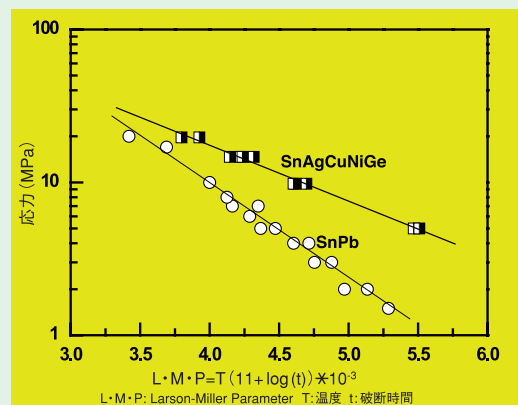
Cu食われした銅線(250°C X 1h)

< 熱疲労特性の向上 >

Niは、融点が高く、はんだ合金の熱的安定性があります。鉛フリー5元はんだは、高温・低応力に長時間という実際の環境下で、クリープ破断時間が長く安定性が高いと考えられます。これは、Niが分散した析出化合物が高温領域で安定し、強度を保つためと見られています。*2、*3



破断前
破断後
クリープ破断前後の組織(透過電子顕微鏡による)



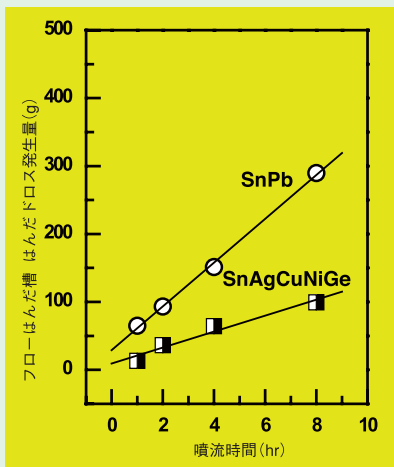
クリープ特性(温度・時間依存性)

SnAgCuNiGe

■ Geの効果

<ドロスの抑制>

Geは、Snの酸化物であるドロスの発生を抑制します。富士電機の鉛フリー5元はんだでは、ドロスの発生が非常に少ないという結果が出ています。これは、Geが優先的に酸化し安定したごく薄い酸化膜を形成することで、SnやCuの酸化を抑制しているからと考えられます。^{*4}



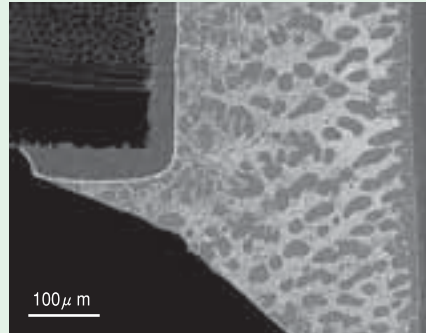
連続噴流時間とドロス発生量
噴流はんだ付け装置(はんだ槽：80kg)



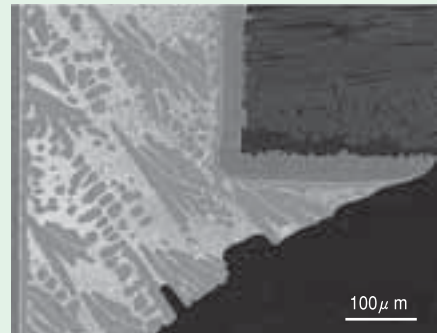
発生したドロス

<凝固割れ(引け巣)の発生を抑制>

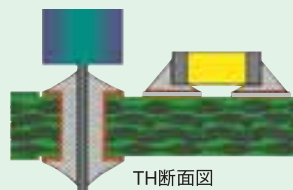
NiとGeを含む鉛フリー5元はんだでは、凝固組織が緻密なため、凝固割れ(引け巣)の発生が少なく組織的にも安定しています。これは、はんだ付けの凝固過程においてNiSnおよびCuNiSnの析出物が積極的に核生成し、βSn初晶の成長を阻害したためと考えられています。^{*2}



5元はんだの場合



引け巣発生例



TH断面図

鉛フリー5元はんだの特長 (弊社調べによる)

- 接合品質の向上**
 - 濡れ性に優れる…………… (Ag、Geの効果)
 - 凝固割れ(引け巣)の発生を抑制 …… (Ag、Ni、Geの効果)
 - Cu(配電板、電極)食われを抑制 …… (Niの効果)
- 機械的性質
信頼性に優れる**
 - 耐熱性に優れる…………… (Niの効果)
 - 組織の緻密さ…………… (Ag、Ni、Geの効果)
- ランニングコストの削減** — はんだドロスの発生を抑制…………… (Geの効果)

<参考論文>

- * 1 “Effect of Ni and Ag on Interfacial Reaction and Microstructure of Sn-Ag-Cu-Ni-Ge Lead-Free Solder”, H.WATANABE, N.HIDAKA, I.SHOJI, and M.ITO, Materials Science and Technology (2006), 135-146, Reprinted with permission of Material Science & Technology 2006 Conference and Exhibition Proceedings
- * 2 “Creep Behavior and Microstructure of Sn-Ag-Cu-Ni-Ge Lead-Free Solder Alloy”, N.HIDAKA, H.WATANABE, M.YOSHIBA, M. SHIMODA, T. ASAI, and M. ONO, Materials Science and Technology (2006), 185-197, Reprinted with permission of Material Science & Technology 2006 Conference and Exhibition Proceedings
- * 3 “Creep Properties and Microstructure of the Sn-Ag-Cu-Ni-Ge Lead-Free Solder Alloy”, N. HIDAKA, M. NAGANO, M. SHIMODA, H. WATANABE, and M. ONO, International Electric Packaging Technical Conference and Exhibition (July 17-22, 2005), 1-6, Reprinted with permission of Proceedings of IPACK05, International Electric Packaging Technical Conference and Exhibition 2005
- * 4 “微量元素を添加した産業用鉛フリーはんだ” 渡邊裕彦
エレクトロニクス実装学会誌 Vol. 8, No 3, 2005, 183-187

■上記参考論文は以下のURLでご覧いただけます。
<http://www.fujielectric.co.jp/solder/>

お問い合わせメールアドレス

info-solder@fesys.co.jp

富士電機ホールディングス株式会社

〒141-0032 東京都品川区大崎1-11-2 ゲートシティ大崎イーストタワー
TEL:03-5435-7386 FAX:03-5435-7518
<http://www.fujielectric.co.jp>

<お問い合わせ先>

富士電機システムズ株式会社

〒141-0032 東京都品川区大崎1-11-2 ゲートシティ大崎イーストタワー
TEL:03-5435-7279 FAX:03-5435-7438
<http://www.fesys.co.jp>



このカタログは「水なし印刷」を採用し、FSC認証紙と植物油100%大豆インキで印刷しています。