【公報種別】特許法第１７条の２の規定による補正の掲載
【部門区分】第３部門第４区分
【発行日】令和2年12月17日(2020.12.17)

【公表番号】特表2018-513269(P2018-513269A)
【公表日】平成30年5月24日(2018.5.24)
【年通号数】公開・登録公報2018-019
【出願番号】特願2017-548966(P2017-548966)
【国際特許分類】
Ｃ２２Ｃ　9/06　(2006.01)
Ｃ２２Ｃ　9/02　(2006.01)
Ｃ２２Ｃ　9/05　(2006.01)
Ｃ２２Ｆ　1/08　(2006.01)
Ｈ０１Ｆ　1/147　(2006.01)
Ｃ２２Ｆ　1/00　(2006.01)
【ＦＩ】
Ｃ２２Ｃ　9/06
Ｃ２２Ｃ　9/02
Ｃ２２Ｃ　9/05
Ｃ２２Ｆ　1/08　Ｃ
Ｃ２２Ｆ　1/08　Ｂ
Ｈ０１Ｆ　1/147
Ｃ２２Ｆ　1/00　６１２
Ｃ２２Ｆ　1/00　６１３
Ｃ２２Ｆ　1/00　６２３
Ｃ２２Ｆ　1/00　６２４
Ｃ２２Ｆ　1/00　６２５
Ｃ２２Ｆ　1/00　６２６
Ｃ２２Ｆ　1/00　６２２
Ｃ２２Ｆ　1/00　６３０Ｃ
Ｃ２２Ｆ　1/00　６３０Ａ
Ｃ２２Ｆ　1/00　６３０Ｆ
Ｃ２２Ｆ　1/00　６３０Ｋ
Ｃ２２Ｆ　1/00　６３０Ｍ
Ｃ２２Ｆ　1/00　６３１Ａ
Ｃ２２Ｆ　1/00　６３１Ｂ
Ｃ２２Ｆ　1/00　６４０Ａ
Ｃ２２Ｆ　1/00　６６１Ａ
Ｃ２２Ｆ　1/00　６６０Ｄ
Ｃ２２Ｆ　1/00　６７５
Ｃ２２Ｆ　1/00　６６１Ｚ
Ｃ２２Ｆ　1/00　６８２
Ｃ２２Ｆ　1/00　６８３
Ｃ２２Ｆ　1/00　６８５Ｚ
Ｃ２２Ｆ　1/00　６９１Ｂ
Ｃ２２Ｆ　1/00　６９１Ｃ
Ｃ２２Ｆ　1/00　６９２Ａ
Ｃ２２Ｆ　1/00　６９４Ａ
Ｃ２２Ｆ　1/00　６９４Ｂ

【誤訳訂正書】
【提出日】令和2年11月2日(2020.11.2)
【誤訳訂正１】
【訂正対象書類名】特許請求の範囲
【訂正対象項目名】全文
【訂正方法】変更
【訂正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
磁性銅合金であって、
１４重量％～１６重量％ニッケル、５重量％～９重量％スズ、５重量％～２１重量％マンガン、および残余成分としての銅を含み、
ここで、前記合金は、少なくとも１．１００の比透磁率（μ_r）を有する、
磁性銅合金。
【請求項２】
１４重量％～１６重量％ニッケルと、７重量％～９重量％スズと、５重量％～２１重量％マンガンとを含有する、請求項１に記載の磁性銅合金。
【請求項３】
５重量％～１２重量％マンガンを含有する、請求項２に記載の磁性銅合金。
【請求項４】
５重量％～２１重量％マンガンを含有する、請求項１に記載の磁性銅合金。
【請求項５】
前記磁性合金は、少なくとも１．５００、もしくは少なくとも１．９００の比透磁率（μ_r）を有する、請求項１に記載の磁性銅合金。
【請求項６】
前記磁性合金は、導電性である、請求項１に記載の磁性銅合金。
【請求項７】
前記磁性合金は、少なくとも６０、少なくとも７０、または少なくとも８０、もしくは少なくとも９０のロックウェル硬度Ｂ（ＨＲＢ）を有する、請求項１に記載の磁性銅合金。
【請求項８】
前記磁性合金は、少なくとも２５、少なくとも３０、または少なくとも３５のロックウェル硬度Ｃ（ＨＲＣ）を有する、請求項１に記載の磁性銅合金。
【請求項９】
前記磁性合金は、少なくとも１．１００の比透磁率（μ_r）と、少なくとも６０のロックウェル硬度Ｂ（ＨＲＢ）とを有する、請求項１に記載の磁性銅合金。
【請求項１０】
前記磁性合金は、少なくとも１．１００の比透磁率（μ_r）と、少なくとも２５のロックウェル硬度Ｃ（ＨＲＣ）とを有する、請求項１に記載の磁性銅合金。
【請求項１１】
少なくとも５重量％のマンガン含有量を有する請求項１に記載の磁性銅合金を形成するプロセスであって、
ここで、前記プロセスは、
前記合金を鋳造するステップと、
１４００°Ｆ（７６０℃）～１７００°Ｆ（９２７℃）の温度で４時間～１６時間の時間周期にわたって前記合金を均質化し、次いで、水焼入するステップと、
を含む、プロセス。
【請求項１２】
前記プロセスはさらに、１５００°Ｆ（８１６℃）～１６００°Ｆ（８７１℃）の温度で８時間～１２時間の時間周期にわたる第２の均質化、次いで、水焼入を含む、請求項１

１に記載のプロセス。
【請求項１３】
前記プロセスはさらに、水焼入に先立って前記合金を４０％～６０％縮小まで熱間据込鍛造するステップを含む、請求項１１に記載のプロセス。
【請求項１４】
少なくとも５重量％のマンガン含有量を有する請求項１に記載の磁性銅合金を形成するプロセスであって、
ここで、前記プロセスは、
前記合金を鋳造するステップと、
１５００°Ｆ（８１６℃）～１７００°Ｆ（９２７℃）の温度で５時間～７時間の時間周期にわたって前記合金を均質化し、次いで、空冷するステップと、
を含む、プロセス。
【請求項１５】
前記プロセスは、
続いて、１４００°Ｆ（７６０℃）～１６００°Ｆ（８７１℃）の温度で１時間～３時間の時間周期にわたって前記均質化合金を溶体化焼鈍し、次いで、水焼入するステップと、
７５０°Ｆ（３９９℃）～１２００°Ｆ（６４９℃）の温度で２時間～４時間の時間周期にわたって前記焼鈍合金を時効させ、次いで、空冷するステップと、
をさらに含む、請求項１４に記載のプロセス。
【請求項１６】
少なくとも５重量％のマンガン含有量を有する請求項１に記載の磁性銅合金を形成するプロセスであって、
ここで、前記プロセスは、
前記合金を鋳造するステップと、
１５００°Ｆ（８１６℃）～１７００°Ｆ（９２７℃）の第１の温度で５時間～７時間の第１の時間周期にわたって前記合金を均質化し、次いで、空冷するステップと、
１４００°Ｆ（７６０℃）～１６００°Ｆ（８７１℃）の温度で１時間～３時間の時間周期にわたって前記合金を加熱するステップと、
前記合金を熱間圧延して６５％～７０％の縮小を達成するステップと、
１４００°Ｆ（７６０℃）～１６００°Ｆ（８７１℃）の温度で４時間～６時間の時間周期にわたって前記合金を溶体化焼鈍するステップと、
炉冷または水焼入のいずれかによって、前記焼鈍合金を冷却するステップと、
を含む、プロセス。
【請求項１７】
前記プロセスはさらに、７５０°Ｆ（３９９℃）～８５０°Ｆ（４５４℃）の温度で１時間～２４時間の時間周期にわたって前記合金を時効させ、次いで、空冷するステップを含む、請求項１６に記載のプロセス。
【請求項１８】
少なくとも５重量％のマンガン含有量を有する請求項１に記載の磁性銅合金を形成するプロセスであって、
ここで、前記プロセスは、
前記合金を鋳造するステップと、
１２００°Ｆ（６４９℃）～１７００°Ｆ（９２７℃）の温度で４時間～２２時間の時間周期にわたって前記合金を均質化するステップと、
１４００°Ｆ（７６０℃）～１６００°Ｆ（８７１℃）の温度で１時間～３時間の時間周期にわたって前記合金を加熱し、熱間圧延して６５％～７０％の縮小を達成するステップと、
１２００°Ｆ（６４９℃）～１６００°Ｆ（８７１℃）の温度で１時間～３時間の時間周期にわたって前記合金を溶体化焼鈍し、次いで、水焼入するステップと、
を含む、プロセス。

【請求項１９】
前記プロセスはさらに、７５０°Ｆ（３９９℃）～１２００°Ｆ（６４９℃）の温度で２時間～４時間の時間周期にわたって前記合金を時効させ、次いで、空冷するステップを含む、請求項１８に記載のプロセス。
【請求項２０】
前記プロセスはさらに、前記合金を冷間圧延して２０％～４０％の縮小を達成するステップによって処理することを含む、請求項１８に記載のプロセス。
【請求項２１】
前記プロセスはさらに、７５０°Ｆ（３９９℃）～１２００°Ｆ（６４９℃）の温度で２時間～４時間の時間周期にわたって前記合金を時効させ、次いで、空冷するステップによって処理することを含む、請求項２０に記載のプロセス。
【請求項２２】
少なくとも７重量％のマンガン含有量を有する請求項１に記載の磁性銅合金を形成するプロセスであって、
ここで、前記プロセスは、
前記合金を鋳造するステップと、
１２００°Ｆ（６４９℃）～１７００°Ｆ（９２７℃）の第１の温度で５時間～２２時間の第１の時間周期にわたって前記合金を均質化し、次いで、空冷するステップと、
１２００°Ｆ（６４９℃）～１６００°Ｆ（８７１℃）の温度で４時間またはより長い時間周期にわたって前記合金を加熱するステップと、
前記合金を押出して６６％～９０％の縮小を達成するステップと、
を含む、プロセス。
【請求項２３】
前記プロセスはさらに、１２００°Ｆ（６４９℃）～１７００°Ｆ（９２７℃）の温度で１時間～３時間の時間周期にわたって前記合金を溶体化焼鈍し、次いで、水焼入するステップを含む、請求項２２に記載のプロセス。
【請求項２４】
請求項１に記載の磁性銅合金を形成するプロセスであって、
ここで、前記プロセスは、
前記合金を鋳造するステップと、
１２００°Ｆ（６４９℃）～１７００°Ｆ（９２７℃）の第１の温度で５時間～２２時間の第１の時間周期にわたって前記合金を均質化し、次いで、空冷するステップと、
１２００°Ｆ（６４９℃）～１６００°Ｆ（８７１℃）の温度で４時間またはより長い時間周期にわたって前記合金を加熱するステップと、
前記合金を押出して６６％～９０％の縮小を達成するステップと、
１２００°Ｆ（６４９℃）～１７００°Ｆ（９２７℃）の温度で１時間～３時間の時間周期にわたって前記合金を溶体化焼鈍し、次いで、焼入するステップと、
随意に、前記合金を冷間加工して２０％～４０％の縮小を達成するステップと、
６００°Ｆ（３１６℃）～１２００°Ｆ（６４９℃）の温度で１時間～４時間の時間周期にわたって前記合金を時効させ、次いで、空冷するステップと、
を含む、プロセス。
【請求項２５】
前記合金は、鋳放し形態で磁性である、請求項１に記載の磁性銅合金。
【請求項２６】
時効状態における前記合金は、溶体化焼鈍状態におけるよりも高い磁気引力距離を提示する、請求項１に記載の磁性銅合金。
【請求項２７】
前記合金は、２０ｋｓｉ（１３８ＭＰａ）～１４０ｋｓｉ（９６５ＭＰａ）の０．２％オフセット降伏強度を有する、請求項１に記載の磁性銅合金。
【請求項２８】

前記合金は、６０ｋｓｉ（４１４ＭＰａ）～１５０ｋｓｉ（１０３４ＭＰａ）の最大引張強度を有する、請求項１に記載の磁性銅合金。
【請求項２９】
前記合金は、４％～７０％の引張伸長を有する、請求項１に記載の磁性銅合金。
【請求項３０】
前記合金は、少なくとも６０のロックウェルＢ硬度または少なくとも２５のロックウェルＣ硬度を有する、請求項１に記載の磁性銅合金。
【請求項３１】
前記合金は、２０ｋｓｉ（１３８ＭＰａ）～１４０ｋｓｉ（９６５ＭＰａ）の０．２％オフセット降伏強度と、６０ｋｓｉ（４１４ＭＰａ）～１５０ｋｓｉ（１０３４ＭＰａ）の最大引張強度と、４％～７０％の引張伸長とを有する、請求項１に記載の磁性銅合金。
【請求項３２】
前記合金は、０．５センチメートル～１１．５センチメートルの磁気引力距離を有する、請求項１に記載の磁性銅合金。
【請求項３３】
前記合金は、少なくとも６センチメートルの磁気引力距離を有する、請求項１に記載の磁性銅合金。
【請求項３４】
前記合金は、少なくとも０．４ｅｍｕの飽和にある最大磁気モーメントを有する、請求項１に記載の磁性銅合金。
【請求項３５】
前記合金は、少なくとも１００エルステッドの保磁性を有する、請求項１に記載の磁性銅合金。
【請求項３６】
前記合金は、１００エルステッド未満の保磁性を有する、請求項１に記載の磁性銅合金。
【請求項３７】
請求項１に記載の磁性銅合金を形成するプロセスであって、
ここで、前記プロセスは、ニッケル、スズ、およびマンガンを溶融銅バッチに添加するステップを含む、または前記プロセスは、銅、ニッケル、スズ、およびマンガンの混合物を形成し、次いで、前記混合物を融解させるステップを含む、プロセス。
【請求項３８】
前記合金はさらに、最大１５重量％の量でコバルトを含む、請求項１に記載の磁性銅合金。
【請求項３９】
その中にニッケル、スズ、およびマンガンを含有する、大部分が銅のマトリクスの形態のＣｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金であって、
ここで、前記合金が、１４重量％～１６重量％ニッケル、５重量％～９重量％スズ、５重量％～２１重量％マンガン、および残余成分としての銅を含み、
ここで、前記Ｃｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金は、少なくとも１．１００の比透磁率（μ_r）を有する、
Ｃｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金。
【請求項４０】
前記大部分が銅のマトリクスはまた、ニッケルと、マンガンとを含有する、請求項３９に記載のＣｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金。
【請求項４１】
その中にウィドマンシュテッテン構造を含有する、Ｃｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金であって、
ここで、前記合金が、１４重量％～１６重量％ニッケル、５重量％～９重量％スズ、５重量％～２１重量％マンガン、および残余成分としての銅を含み、

そしてここで、前記Ｃｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金は、少なくとも１．１００の比透磁率（μ$_r$）を有する、
Ｃｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金。
【請求項４２】
前記ウィドマンシュテッテン構造は、析出物の３本の線によって形成され、前記３本の線は、相互に対して６０°角度で配向される、請求項４１に記載のＣｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金。
【請求項４３】
長軸と垂直に観察されたときに、４：１～２０：１のアスペクト比を伴う析出物を含有する、Ｃｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金であって、
ここで、前記合金が、１４重量％～１６重量％ニッケル、５重量％～９重量％スズ、５重量％～２１重量％マンガン、および残余成分としての銅を含み、
そしてここで、前記Ｃｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金は、少なくとも１．１００の比透磁率（μ$_r$）を有する、
Ｃｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金。
【請求項４４】
断面で観察されたときに、１：１～４：１のアスペクト比を伴う析出物を含有する、Ｃｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金であって、
ここで、前記合金が、１４重量％～１６重量％ニッケル、５重量％～９重量％スズ、５重量％～２１重量％マンガン、および残余成分としての銅を含み、
そしてここで、前記Ｃｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金は、少なくとも１．１００の比透磁率（μ$_r$）を有する、
Ｃｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金。
【請求項４５】
請求項１～４４のいずれか１項に記載の磁性銅合金から物品を作製するためのプロセス。
【請求項４６】
前記物品は、ストリップ、ロッド、管、ワイヤ、バー、プレート、形状、もしくはばねである、または磁気シールド、磁気スイッチリレー、磁気センサの構成要素、もしくは磁性材料の間のセパレータ、または導電性ばね、もしくは音響減衰デバイスである、またはストリップ、ワイヤ、薄膜、温度もしくは位置制御デバイスである、請求項４５に記載のプロセス。
【誤訳訂正２】
【訂正対象書類名】明細書
【訂正対象項目名】全文
【訂正方法】変更
【訂正の内容】
【発明の詳細な説明】
【発明の名称】磁性銅合金
【技術分野】
【０００１】
（関連出願への相互参照）
本出願は、２０１５年６月２日に出願された米国仮特許出願番号第６２／１６９，９８９号、および２０１５年３月１８日に出願された米国仮特許出願番号第６２／１３４，７３１号に基づく優先権を主張している。これら出願の全体は、参考として本明細書によって本明細書中に完全に援用される。
【背景技術】
【０００２】
（背景）
本開示は、磁性銅ベースの合金、具体的には、銅ニッケルスズマンガン合金に関する。

また、それから生産される種々の物品を含む、そのような磁性合金を取得および／または使用するための種々のプロセスが開示される。

【０００３】

出願者であるＭａｔｅｒｉｏｎ　Ｃｏｒｐｏｒａｔｉｏｎによって提供されるＴｏｕｇｈＭｅｔ（登録商標）合金等の銅ニッケルスズ合金は、低い摩擦係数を優れた耐摩耗性と組み合わせる。それらは、高い強度および硬度のために設計されたスピノーダル硬化合金であり、磨耗、応力緩和、腐食、および浸食に抵抗する。それらは、高温でそれらの強度を留保し、複雑な構成要素に容易に機械加工される。これらの合金はまた、非磁性でもある。

【０００４】

ある用途でいくつかの利点を生じる、磁性銅ベースの合金を提供することが望ましいであろう。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【０００５】

（簡単な説明）

本開示は、磁性銅合金、具体的には、銅ニッケルスズマンガン合金を対象とする。これらの磁性合金は、ある条件下で合金を処理することによって作製されることができる。また、有用な機械的性質の組み合わせを依然として提供しながら、合金の磁気的性質を調節するように合金を処理するためのプロセスも含まれる。

【０００６】

本開示のこれらおよび他の非限定的特性は、以下でより具体的に開示される。

【図面の簡単な説明】

【０００７】

以下は、本明細書に開示される例示的実施形態を限定する目的ではなく、同実施形態を例証する目的で提示される、図面の簡単な説明である。

【０００８】

【図１】図１は、５０倍の倍率におけるＣｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金の研磨およびエッチングされた横断面図の写真である。また、６００マイクロメートル（μｍ）目盛も示されている。

【０００９】

【図２】図２は、５０倍の倍率におけるＣｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金のエッチングされた横断面図の写真である。また、６００μｍ目盛も示されている。

【００１０】

【図３】図３は、５０倍の倍率におけるＣｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金のエッチングされた横断面図の写真である。また、６００μｍ目盛も示されている。

【００１１】

【図４】図４は、５０倍の倍率におけるＣｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金のエッチングされた横断面図の写真である。また、６００μｍ目盛も示されている。

【００１２】

【図５】図５は、５０倍の倍率におけるＣｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金のエッチングされた横断面図の写真である。また、６００μｍ目盛も示されている。

【００１３】

【図６】図６は、５０倍の倍率におけるＣｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金のエッチングされた横断面図の写真である。また、６００μｍ目盛も示されている。

【００１４】

【図７】図７は、５０倍の倍率におけるＣｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金のエッチングされた横断面図の写真である。また、６００μｍ目盛も示されている。

【００１５】

【図８】図８は、５０倍の倍率におけるＣｕ－Ｎｉ－Ｓｎ合金のエッチングされた横断面

図の写真である。また、６００μｍ目盛も示されている。
【００１６】
【図９】図９は、ある組成物が、鋳造、均質化、および熱間据込鍛造後に磁性であるかどうかを示す表である。
【００１７】
【図１０】図１０は、ある組成物が、均質化および溶体化焼鈍後に磁性であるかどうかを示す表である。
【００１８】
【図１１】図１１は、ある組成物が、均質化および熱間圧延後に磁性であるかどうかを示す表である。
【００１９】
【図１２】図１２は、ある組成物が、均質化、熱間圧延、および溶体化焼鈍後に磁性であるかどうかを示す表である。
【００２０】
【図１３】図１３は、ある組成物が、均質化、熱間圧延、溶体化焼鈍、および冷間圧延後に磁性であるかどうかを示す表である。
【００２１】
【図１４】図１４は、ある組成物が、均質化、熱間圧延、溶体化焼鈍、冷間圧延、および時効後に磁性であるかどうかを示す表である。
【００２２】
【図１５】図１５は、ある組成物が、均質化、加熱、押出、および溶体化焼鈍後に磁性であるかどうかを示す表である。
【００２３】
【図１６】図１６は、図９のプロセス後の組成物の比透磁率を列挙する表である。
【００２４】
【図１７】図１７は、図１０のプロセス後の組成物の比透磁率を列挙する表である。
【００２５】
【図１８】図１８は、図１１のプロセス後の組成物の比透磁率を列挙する表である。
【００２６】
【図１９】図１９は、図１２のプロセス後の組成物の比透磁率を列挙する表である。
【００２７】
【図２０】図２０は、図１３のプロセス後の組成物の比透磁率を列挙する表である。
【００２８】
【図２１】図２１は、図１４のプロセス後の組成物の比透磁率を列挙する表である。
【００２９】
【図２２】図２２は、図１５のプロセス後の組成物の比透磁率を列挙する表である。
【００３０】
【図２３】図２３は、図９のプロセス後の組成物の電気伝導度を列挙する表である。
【００３１】
【図２４】図２４は、図１０のプロセス後の組成物の電気伝導度を列挙する表である。
【００３２】
【図２５】図２５は、図１１のプロセス後の組成物の電気伝導度を列挙する表である。
【００３３】
【図２６】図２６は、図１２のプロセス後の組成物の電気伝導度を列挙する表である。
【００３４】
【図２７】図２７は、図１３のプロセス後の組成物の電気伝導度を列挙する表である。
【００３５】
【図２８】図２８は、図１４のプロセス後の組成物の電気伝導度を列挙する表である。
【００３６】
【図２９】図２９は、図１５のプロセス後の組成物の電気伝導度を列挙する表である。

【００３７】
【図３０】図３０は、図９のプロセス後の組成物の硬度を列挙する表である。
【００３８】
【図３１】図３１は、図１０のプロセス後の組成物の硬度を列挙する表である。
【００３９】
【図３２】図３２は、図１１のプロセス後の組成物の硬度を列挙する表である。
【００４０】
【図３３】図３３は、図１２のプロセス後の組成物の硬度を列挙する表である。
【００４１】
【図３４】図３４は、図１３のプロセス後の組成物の硬度を列挙する表である。
【００４２】
【図３５】図３５は、図１４のプロセス後の組成物の硬度を列挙する表である。
【００４３】
【図３６】図３６は、図１５のプロセス後の組成物の硬度を列挙する表である。
【００４４】
【図３７】図３７は、種々の温度で時効させられた、いくつかの異なる組成物の最大磁気引力距離を示す、棒グラフである。
【００４５】
【図３８Ａ－Ｄ】図３８Ａ－３８Ｅは、異なるＣｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金のマンガン含有量と機械的性質との間の関係を示すグラフである。図３８Ａは、マンガン含有量と対比した０．２％オフセット降伏強度を示すグラフである。
【００４６】
図３８Ｂは、マンガン含有量と対比した最大引張強度を示すグラフである。
【００４７】
図３８Ｃは、マンガン含有量と対比した伸長率を示すグラフである。
【００４８】
図３８Ｄは、マンガン含有量と対比した硬度（ＨＲＢ）を示すグラフである。
【００４９】
【図３８Ｅ】図３８Ａ－３８Ｅは、異なるＣｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金のマンガン含有量と機械的性質との間の関係を示すグラフである。図３８Ｅは、マンガン含有量と対比した磁気引力距離を示すグラフである。
【００５０】
【図３９Ａ】図３９Ａは、Ｃｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金の異なる時効温度における磁気引力距離および０．２％オフセット降伏強度のグラフである。
【００５１】
【図３９Ｂ】図３９Ｂは、異なるＣｕ－１５Ｎｉ－８Ｓｎ－ｘＭｎ合金の異なる時効温度における磁気引力距離および０．２％オフセット降伏強度のグラフである。
【００５２】
【図３９Ｃ】図３９Ｃは、異なるＣｕ－９Ｎｉ－６Ｓｎ－ｘＭｎ合金の異なる時効温度における磁気引力距離および０．２％オフセット降伏強度のグラフである。
【００５３】
【図３９Ｄ】図３９Ｄは、Ｃｕ－１１Ｎｉ－６Ｓｎ－２０Ｍｎ合金の異なる時効温度における磁気引力距離および０．２％オフセット降伏強度のグラフである。
【００５４】
【図４０Ａ】図４０Ａ－４０Ｅは、機械的性質への時効温度の影響を示すグラフである。図４０Ａは、時効温度と対比した０．２％オフセット降伏強度のグラフである。
【００５５】
【図４０Ｂ】図４０Ａ－４０Ｅは、機械的性質への時効温度の影響を示すグラフである。図４０Ｂは、時効温度と対比した最大引張強度のグラフである。
【００５６】

【図４０Ｃ】図４０Ａ－４０Ｅは、機械的性質への時効温度の影響を示すグラフである。図４０Ｃは、時効温度と対比した伸長率のグラフである。
【００５７】
【図４０Ｄ】図４０Ａ－４０Ｅは、機械的性質への時効温度の影響を示すグラフである。図４０Ｄは、時効温度と対比した硬度（ＨＲＣ）のグラフである。
【００５８】
【図４０Ｅ】図４０Ａ－４０Ｅは、機械的性質への時効温度の影響を示すグラフである。図４０Ｅは、時効温度と対比した磁気引力距離のグラフである。
【００５９】
【図４１Ａ】図４１Ａは、異なるプロセスのための組成物Ａの磁気引力距離を示すグラフである。
【図４１Ｂ】図４１Ｂは、異なるプロセスのための組成物Ｅの磁気引力距離を示すグラフである。
【００６０】
【図４２】図４２は、種々の形態（ロッド、圧延プレート）および組成物の磁気引力距離を示すグラフである。
【００６１】
【図４３】図４３は、形態（ロッド対プレート）別にカテゴリ化された図４２のサンプルの印加された磁場強度と対比した磁気モーメント（ｅｍｕ）を示す、２つのグラフのセットである。
【００６２】
【図４４】図４４は、形態（ロッド対プレート）別にカテゴリ化された図４２のサンプルの減磁曲線（象限ＩＩ）を示す、２つのグラフのセットである。
【００６３】
【図４５】図４５は、図４２のサンプルの残留磁気または残留磁気モーメントを示す棒グラフである。
【００６４】
【図４６】図４６は、図４２のサンプルの保磁性または保磁力（エルステッド）を示す棒グラフである。
【００６５】
【図４７】図４７は、図４２のサンプルの飽和における最大磁気モーメント（ｅｍｕ）を示す棒グラフである。
【００６６】
【図４８】図４８は、図４２のサンプルの直角度（飽和における最大磁気モーメントによって除算される残留磁気）を示す棒グラフである。
【００６７】
【図４９】図４９は、図４２のサンプルのシグマ（質量によって除算される飽和における最大磁気モーメント）を示す棒グラフである。
【００６８】
【図５０】図５０は、図４２のサンプルのスイッチング磁場分布（ΔＨ／Ｈｃ）を示す棒グラフである。
【００６９】
【図５１Ａ】図５１Ａは、２００倍の倍率における１５００°Ｆ（８１６℃）で溶体化焼鈍された組成物Ｇの光学画像である。また、１２０μｍ目盛も示されている。
【図５１Ｂ】図５１Ｂは、５００倍の倍率における１５００°Ｆ（８１６℃）で溶体化焼鈍された組成物Ｇの光学画像である。また、５０μｍ目盛も示されている。
【００７０】
【図５２】図５２は、２５０，０００倍の倍率における１５２０°Ｆ（８２７℃）で溶体化焼鈍された組成物Ａの透過電子画像である。また、１００ｎｍ目盛も示されている。
【００７１】

【図５３】図５３は、５００倍の倍率における９１０°Ｆ（４８８℃）で時効させられた組成物Ｆの光学画像である。また、５０μｍ目盛も示されている。
【００７２】
【図５４Ａ】図５４Ａは、５００倍の倍率における９１０°Ｆ（４８８℃）で時効させられた組成物ＦのＣＬＳＭ画像である。また、２５μｍ目盛も示されている。
【図５４Ｂ】図５４Ｂは、１５００倍の倍率における９１０°Ｆ（４８８℃）で時効させられた組成物ＦのＣＬＳＭ画像である。また、２５μｍ目盛も示されている。
【００７３】
【図５４Ｃ】図５４Ｃは、５００倍の倍率における８３５°Ｆ（４４６℃）で時効させられた組成物ＡのＣＬＳＭ画像である。また、２５μｍ目盛も示されている。
【図５４Ｄ】図５４Ｄは、１５００倍の倍率における８３５°Ｆ（４４６℃）で時効させられた組成物ＡのＣＬＳＭ画像である。また、２５μｍ目盛も示されている。
【００７４】
【図５４Ｅ】図５４Ｅは、５００倍の倍率における１１００°Ｆ（５９３℃）で過時効させられた組成物ＦのＣＬＳＭ画像である。また、２５μｍ目盛も示されている。
【図５４Ｆ】図５４Ｆは、１５００倍の倍率における１１００°Ｆ（５９３℃）で過時効させられた組成物ＦのＣＬＳＭ画像である。また、２５μｍ目盛も示されている。
【００７５】
【図５５Ａ】図５５Ａは、１５００倍の倍率における１０００°Ｆ（５３８℃）で過時効させられた組成物ＡのＳＥＭ画像である。また、１０μｍ目盛も示されている。
【図５５Ｂ】図５５Ｂは、１０，０００倍の倍率における１０００°Ｆ（５３８℃）で過時効させられた組成物ＡのＳＥＭ画像である。また、１μｍ目盛も示されている。
【００７６】
【図５５Ｃ】図５５Ｃは、３０００倍の倍率における１１００°Ｆ（５９３℃）で過時効させられた組成物ＦのＳＥＭ画像である。また、５μｍ目盛も示されている。
【図５５Ｄ】図５５Ｄは、１０，０００倍の倍率における１１００°Ｆ（５９３℃）で過時効させられた組成物ＦのＳＥＭ画像である。また、１μｍ目盛も示されている。
【００７７】
【図５６Ａ】図５６Ａは、２０，０００倍の倍率における９１０°Ｆ（４８８℃）で過時効させられた組成物ＡのＺＣ画像である。また、１．５μｍ目盛も示されている。
【図５６Ｂ】図５６Ｂは、５０，０００倍の倍率における９１０°Ｆ（４８８℃）で過時効させられた組成物ＡのＺＣ画像である。また、６００ｎｍ目盛も示されている。
【図５６Ｃ】図５６Ｃは、５０，０００倍の倍率における９１０°Ｆ（４８８℃）で過時効させられた組成物Ａの透過電子画像である。また、６００ｎｍ目盛も示されている。
【００７８】
【図５７】図５７は、新しい相を示す、溶体化焼鈍マンガン含有組成物（Ａ；未時効）を時効後の同一組成物と比較する、２つのグラフのセットである。
【００７９】
【図５８】図５８は、新しい相を示す、溶体化焼鈍マンガン含有組成物（Ｅ；未時効）を時効後の同一組成物と比較する、２つのグラフのセットである。
【００８０】
【図５９】図５９は、新しい相が時効によって形成されていない（すなわち、本合金が非磁性である）ことを示す、溶体化焼鈍銅ニッケルスズ合金（Ｈ；未時効）を時効後の同一組成物と比較する、２つのグラフのセットである。
【００８１】
【図６０Ａ】図６０Ａ－６０Ｅは、析出物の線を示す、合金の拡大画像である。図６０Ａは、図５３と同一であるが、析出物の配向を示す３本の線を伴う。
【図６０Ｂ】図６０Ａ－６０Ｅは、析出物の線を示す、合金の拡大画像である。図６０Ｂは、図５４Ａと同一であるが、析出物の配向を示す３本の線を伴う。
【図６０Ｃ】図６０Ａ－６０Ｅは、析出物の線を示す、合金の拡大画像である。図６０Ｃ

は、図５４Ｄと同一であるが、析出物の配向を示す３本の線を伴う。
【図６０Ｄ】図６０Ａ－６０Ｅは、析出物の線を示す、合金の拡大画像である。図６０Ｄは、図５４Ｆと同一であるが、析出物の配向を示す３本の線を伴う。
【図６０Ｅ】図６０Ａ－６０Ｅは、析出物の線を示す、合金の拡大画像である。図６０Ｅは、図５５Ａと同一であるが、析出物の配向を示す３本の線を伴う。
【図６０Ｆ】図６０Ａ－６０Ｅは、析出物の線を示す、合金の拡大画像である。図６０Ｆは、図５５Ｃと同一であるが、析出物の配向を示す３本の線を伴う。
【発明を実施するための形態】
【００８２】
（詳細な説明）
本明細書に開示される構成要素、プロセス、および装置のより完全な理解は、付随の図面を参照することによって得られることができる。これらの図は、利便性および本開示を実証することの容易性に基づく概略図にすぎず、したがって、デバイスまたはその構成要素の相対サイズおよび寸法を示すこと、ならびに／もしくは例示的実施形態の範囲を定義または限定することを意図していない。
【００８３】
具体的用語が、明確にするために以下の説明で使用されるが、これらの用語は、図面内の例証のために選択される実施形態の特定の構造のみを参照することを意図し、本開示の範囲を定義または限定することを意図していない。図面および以下の説明では、同一番号表示が同一機能の構成要素を指すことを理解されたい。
【００８４】
単数形「ａ」、「ａｎ」（１つの）、および「ｔｈｅ」（前記）は、文脈が明確に別様に指定しない限り、複数形の指示対象を含む。
【００８５】
本明細書および請求項で使用されるように、「ｃｏｍｐｒｉｓｉｎｇ（～を備える）」という用語は、「ｃｏｎｓｉｓｔｉｎｇ　ｏｆ（～から成る）」および「ｃｏｎｓｉｓｔｉｎｇ　ｅｓｓｅｎｔｉａｌｌｙ　ｏｆ（本質的に～から成る）」実施形態を含み得る。本明細書で使用されるような「ｃｏｍｐｒｉｓｅ（ｓ）（～を備える）」、「ｉｎｃｌｕｄｅ（ｓ）（～を含む）」、「ｈａｖｉｎｇ（～を有する）」、「ｈａｓ（～を有する）」、「ｃａｎ（～することができる）」、「ｃｏｎｔａｉｎ（ｓ）（～を含有する）」という用語、およびそれらの変異形は、名前を挙げられる原料／ステップの存在を要求し、かつ他の原料／ステップの存在も可能にする、非制約的な移行句、用語、または言葉であることを意図している。しかしながら、そのような記述は、そこから生じ得る任意の不純物とともに、名前を挙げられる原料／ステップのみの存在を可能にし、他の原料／ステップを除外する、列挙される原料／ステップ「ｃｏｎｓｉｓｔｉｎｇ　ｏｆ（～から成る）」および「ｃｏｎｓｉｓｔｉｎｇ　ｅｓｓｅｎｔｉａｌｌｙ　ｏｆ（本質的に～から成る）」、組成物またはプロセスも説明するものとして解釈されるべきである。
【００８６】
本願の明細書および請求項の中の数値は、値を判定するように本願で説明されるタイプの従来の測定技法の実験誤差未満だけ記述される値と異なる、同数の有効数字および数値まで削減されたときに同一である、数値を含むと理解されるべきである。
【００８７】
本明細書に開示される全ての範囲は、記載される終点を含み、独立して組み合わせ可能である（例えば、「２グラム～１０グラム」の範囲は、終点、２グラム～１０グラム、および全ての中間値を含む）。
【００８８】
「約」および「およそ」という用語は、その値の基本機能を変化させることなく変動し得る、任意の数値を含むために使用されることができる。範囲とともに使用されるときに、「約」および「およそ」はまた、２つの終点の絶対値によって定義される範囲も開示し、例えば、「約２～約４」はまた、「２～４」の範囲も開示する。概して、「約」および

「およそ」という用語は、示される数のプラスまたはマイナス１０％を指し得る。
【００８９】
本開示は、あるプロセスステップのための温度を指し得る。これらは、概して、熱源（例えば、炉）が設定される温度を指し、熱に暴露されている材料によって到達されなければならない温度を必ずしも指すわけではないことに留意されたい。
【００９０】
本開示は、磁性および導電性の両方である、銅ニッケルスズマンガン（Ｃｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ）合金に関する。ニッケルは、約８重量％～約１６重量％の量で存在し得る。より具体的な実施形態では、ニッケルは、約１４重量％～約１６重量％、約８重量％～約１０重量％、または約１０重量％～約１２重量％の量で存在する。スズは、約５重量％～約９重量％の量で存在し得る。より具体的な実施形態では、スズは、約７重量％～約９重量％、または約５重量％～約７重量％の量で存在する。マンガンは、約１重量％～約２１重量％、または約１．９重量％～約２０重量％の量で存在し得る。より具体的な実施形態では、マンガンは、少なくとも４重量％、少なくとも５重量％、約４重量％～約１２重量％、約５重量％～約２１重量％、または約１９重量％～約２１重量％の量で存在する。合金の残余成分は、銅である。合金はさらに、軽微な量で、クロム、シリコン、モリブデン、または亜鉛等の１つもしくはそれを上回る他の金属を含んでもよい。本開示の目的で、鉄等の０．５重量％未満の量で存在する元素は、不純物と見なされるべきである。
【００９１】
いくつかの具体的実施形態では、銅ニッケルスズマンガン合金は、約８重量％～約１６重量％ニッケルと、約５重量％～約９重量％スズと、約１重量％～約２１重量％マンガンと、残余成分としての銅とを含有する。
【００９２】
他の具体的実施形態では、銅ニッケルスズマンガン合金は、約８重量％～約１６重量％ニッケルと、約５重量％～約９重量％スズと、約５重量％～約２１重量％マンガンと、残余成分としての銅とを含有する。
【００９３】
異なる実施形態では、銅ニッケルスズマンガン合金は、約８重量％～約１６重量％ニッケルと、約５重量％～約９重量％スズと、約５重量％～約１１重量％マンガンと、残余成分としての銅とを含有する。
【００９４】
さらに付加的な実施形態では、銅ニッケルスズマンガン合金は、約１４重量％～約１６重量％ニッケルと、約５重量％～約９重量％スズと、５重量％～約１１重量％マンガンと、残余成分としての銅とを含有する。
【００９５】
より具体的な実施形態では、銅ニッケルスズマンガン合金は、約１４重量％～約１６重量％ニッケルと、約７重量％～約９重量％スズと、約１重量％～約２１重量％マンガンと、残余成分としての銅とを含有する。
【００９６】
より具体的な実施形態では、銅ニッケルスズマンガン合金は、約１４重量％～約１６重量％ニッケルと、約７重量％～約９重量％スズと、約４重量％～約１２重量％マンガンと、残余成分としての銅とを含有する。
【００９７】
他の具体的実施形態では、銅ニッケルスズマンガン合金は、約８重量％～約１０重量％ニッケルと、約５重量％～約７重量％スズと、約１重量％～約２１重量％マンガンと、残余成分としての銅とを含有する。
【００９８】
他の具体的実施形態では、銅ニッケルスズマンガン合金は、約８重量％～約１０重量％ニッケルと、約５重量％～約７重量％スズと、約４重量％～約２１重量％マンガンと、残余成分としての銅とを含有する。

【００９９】
いくつかの具体的実施形態では、銅ニッケルスズマンガン合金は、約１０重量％～約１２重量％ニッケルと、約５重量％～約７重量％スズと、約１重量％～約２１重量％マンガンと、残余成分としての銅とを含有する。
【０１００】
これらの合金は、所望の割合で、固体銅、ニッケル、スズ、およびマンガンの組み合わせによって形成されることができる。銅、ニッケル、スズ、およびマンガンの適切に釣り合いのとれたバッチの調製の後には、合金を形成するための融解が続く。代替として、ニッケル、スズ、およびマンガン粒子が、溶融銅浴に添加されることができる。融解は、所望の固化生成物構成に合致したサイズのガス燃焼、電気誘導、抵抗、またはアーク炉の中で実施されてもよい。典型的には、融解温度は、鋳造プロセスに依存し、１５０°Ｆ（６６℃）～５００°Ｆ（２６０℃）の範囲内の過熱を伴って、少なくとも約２０５７°Ｆ（１１２５℃）である。不活性雰囲気（例えば、アルゴンおよび／または二酸化／一酸化炭素を含む）ならびに／もしくは断熱保護カバー（例えば、バーミキュライト、アルミナ、および／または黒鉛）の使用が、中性または還元条件を維持して易酸化性元素を保護するために利用されてもよい。
【０１０１】
マグネシウム、カルシウム、ベリリウム、ジルコニウム、および／またはリチウム等の反応性金属が、溶解酸素の低い濃度を確実にするように、初期溶融後に添加されてもよい。合金の鋳造は、連続鋳造ビレットまたは形状への適切な過熱を伴う融解温度安定化後に行われてもよい。加えて、鋳造はまた、インゴット、半完成部品、ニアネット部品、ショット、合金前粉末、または他の離散形態を生成するように行われてもよい。
【０１０２】
代替として、別個の元素粉末が、未加工投入材料、半完成部品、またはニアネット部品のための銅ニッケルスズマンガン合金を生成するように、熱機械的に組み合わせられることができる。
【０１０３】
銅ニッケルスズマンガン合金の薄膜もまた、スパッタリングまたは蒸発を含むが、それらに限定されない、標準薄膜堆積技法を通して生成されることができる。薄膜はまた、２つまたはそれを上回る元素スパッタリング標的、もしくは適切な二元または三元合金スパッタリング標的の組み合わせからの同時スパッタリングによって、または膜の中で所望の割合を達成するように製作されることを要求される４つ全ての元素を含有する、モノリシックスパッタリング標的からのスパッタリングから、生産されることもできる。薄膜の具体的熱処理は、膜の磁気および材料性質を発達ならびに向上させるために要求され得ることが認識される。
【０１０４】
いくつかの実施形態では、鋳放し合金は、磁性である。具体的には、そのような銅ニッケルスズマンガン合金は、約２重量％～約２０重量％のマンガンを含有してもよい。銅ベースの合金が磁性であるかどうかは、強力な希土類磁石の存在下で合金の引力の半定量的査定によって判定されることができる。代替として、磁気引力距離測定が、より定量的である。振動サンプル磁気測定等の精巧な磁気測定システムもまた、有用である。
【０１０５】
興味深いことに、鋳放し合金の磁気的および機械的性質は、付加的処理ステップによって変化させられることができる。加えて、いくつかの処理ステップ後に前もって磁性であった合金は、さらなる処理ステップによって非磁性にされ、次いで、付加的処理後に再び磁性にされることができる。したがって、磁気的性質は、必ずしも銅ベースの合金自体に固有ではなく、行われる処理による影響を受ける。結果として、比透磁率、電気伝導度、ならびに硬度（例えば、ロックウェルＢまたはＣ）等の磁気および強度性質の所望の組み合わせを伴う磁性合金を取得することができる。したがって、カスタマイズされた磁気応答が、均質化、溶体化焼鈍、時効、熱間加工、冷間加工、押出、および熱間据込鍛造の種

々の組み合わせに基づいて調整されることができる。加えて、そのような合金は、約１５×１０^{6}ｐｓｉ（１０×１０^{4}ＭＰａ）～約２５×１０^{6}ｐｓｉ（１７×１０^{4}ＭＰａ）の比較的低いオーダーの弾性率を有するはずである。したがって、良好なばね特性が、鉄ベースの合金またはニッケルベースの合金から別様に予期されるものよりも約５０％高いオーダーで、高い弾性歪みを可能にすることによって、達成されることができる。

【０１０６】

均質化は、合金中で均質構造を作成し、凝固の自然な結果として起こり得る化学または冶金偏析（ｓｅｇｒｅｇａｔｉｏｎ）を低減させるように、合金を加熱することを伴う。合金元素の拡散は、それらが合金の全体を通して均一に分布するまで起こる。これは、通常、合金の固相線温度の８０％～９５％である温度で起こる。均質化は、可塑性を向上させ、機械的性質の一貫性およびレベルを増加させ、合金中の異方性を減少させる。

【０１０７】

溶体化焼鈍は、微細構造を単相に変換するように、析出硬化性合金を十分に高い温度まで加熱することを伴う。室温への急冷は、合金を軟質かつ延性にする過飽和状態で合金を残し、粒径を調整することに役立ち、時効のために合金を準備する。過飽和固溶体の後続の加熱は、強化相の析出を可能にし、合金を硬化する。

【０１０８】

時効硬化は、結晶格子中の欠陥の移動を妨げる不純物相の秩序化および微粒子（すなわち、析出物）を生成する、熱処理技法である。これは、合金を硬化する。

【０１０９】

熱間加工は、合金が、ロール、金型を通過させられる、または合金の断面を縮小し、概して、合金の再結晶温度を上回る温度で、所望の形状および寸法を作製するように鍛造される、金属形成プロセスである。これは、概して、機械的性質において指向性を低減させ、特に溶体化焼鈍後に、新しい等軸微細構造を生成する。行われる熱間加工の程度は、厚さの縮小率または面積の縮小率に関して示され、本開示では、単に「縮小率」と称される。

【０１１０】

冷間加工は、合金が、ロール、金型を通過させられる、または合金の断面を縮小し、断面寸法を一様にするように別様に冷間加工される、典型的には、室温付近で行われる金属形成プロセスである。これは、合金の強度を増加させる。行われる冷間加工の程度は、厚さの縮小率または面積の縮小率に関して示され、本開示では、単に「縮小率」と称される。

【０１１１】

押出は、ある断面の合金が、より小さい断面を伴う金型を通して押進される、熱間加工プロセスである。これは、温度に応じて、押出の方向に伸長粒状構造を生成してもよい。元の断面積に対する最終断面積の比は、変形の程度を示すために使用されることができる。

【０１１２】

熱間据込鍛造またはアップセット鍛造は、その断面を拡張する、もしくは別様にその形状を変化させる、熱および圧力の印加によって被加工物の厚さが圧縮されるプロセスである。これは、合金を塑性的に変形させ、概して、再結晶温度を上回って行われる。これは、機械的性質を向上させ、延性を向上させ、合金をさらに均質化し、粗粒子を精製する。厚さの縮小率は、行われる熱間据込鍛造またはアップセット鍛造の程度を示すために使用される。

【０１１３】

いくつかの熱処理後に、合金は、室温まで冷却されなければならない。これは、水焼入、油焼入、合成焼入、空冷、または炉冷によって行われることができる。焼入媒体選択は、冷却速度の制御を可能にする。

【０１１４】

付加的処理ステップの第１のセットでは、合金が鋳造された後に、合金は、約１４００

°Ｆ（７６０℃）～約１７００°Ｆ（９２７℃）の温度で約４時間～約１６時間の時間周期にわたって均質化され、次いで、水焼入または空冷される。本ステップのセットは、概して、少なくとも５重量％のマンガン含有量を有する合金において磁性を留保し、比透磁率を減少させ、電気伝導度を増加させることができ、所望に応じていずれの方向にも硬度を変化させることができる。より低いマンガン含有量を有する合金は、概して、本付加的処理ステップのセットに応じて、非磁性になる。

【０１１５】

いくつかの合金では、付加的処理ステップの第１のセットが磁性を除去するが、磁性は、約１５００°Ｆ（８１６℃）～約１６００°Ｆ（８７１℃）の温度で約８時間～約１２時間の時間周期にわたる第２の均質化、次いで、水焼入に応じて、再獲得されることができる。

【０１１６】

磁性はまた、約１４００°Ｆ（７６０℃）～約１７００°Ｆ（９２７℃）の温度で約４時間～約１６時間の時間周期にわたる均質化後に、合金が約４０％～約６０％縮小から熱間据込鍛造され、次いで、水焼入される場合にも留保されることができる。

【０１１７】

付加的処理ステップの第２のセットでは、合金が鋳造された後に、合金は、約１５００°Ｆ（８１６℃）～約１７００°Ｆ（９２７℃）の温度で約５時間～約７時間の時間周期にわたって均質化され、次いで、空冷される。本ステップのセットは、少なくとも５重量％のマンガン含有量、具体的には、約１０重量％～約１２重量％のマンガン含有量を有する合金において磁性を留保することができる。

【０１１８】

興味深いことに、付加的ステップの第２のセットのうちの均質化ステップによって非磁性にされる、いくつかの銅合金の磁性は、続いて、約１４００°Ｆ（７６０℃）～約１６００°Ｆ（８７１℃）の温度で約１時間～約３時間の時間周期にわたって均質化合金を溶体化焼鈍し、次いで、水焼入し、約７５０°Ｆ（３９９℃）～約１２００°Ｆ（６４９℃）の温度で約２時間～約４時間の時間周期にわたって焼鈍合金を時効させ、次いで、空冷することによって、再び磁性にされることができる。再度、本処理は、比透磁率を減少させることができ、電気伝導度を増加させることができ、所望に応じていずれの方向にも硬度を変化させることができる。特定の実施形態では、電気伝導度は、約４％ＩＡＣＳまで増加させられる。

【０１１９】

付加的処理ステップの第３のセットでは、合金が鋳造された後に、合金は、約１５００°Ｆ（８１６℃）～約１７００°Ｆ（９２７℃）の第１の温度で約５時間～約７時間の時間周期にわたって均質化され、次いで、空冷される。次いで、合金は、約１４００°Ｆ（７６０℃）～約１６００°Ｆ（８７１℃）の温度（通常、均質化温度より低い）で約１時間～約３時間の時間周期にわたって加熱され、次いで、１回目として熱間圧延される。必要であれば、合金は、約１４００°Ｆ（７６０℃）～約１６００°Ｆ（８７１℃）の温度で、断面サイズに応じて約５分～約６０分またはそれを上回る時間周期にわたって再加熱され、次いで、約６５％～約７０％の合計縮小を達成するように２回目として熱間圧延される。最終的に、合金は、約１４００°Ｆ（７６０℃）～約１６００°Ｆ（８７１℃）の温度で約４時間～約６時の時間周期にわたって溶体化焼鈍され、次いで、炉冷または水焼入のいずれかによって冷却される。本ステップのセットは、少なくとも５重量％のマンガン含有量を有する合金、ならびに約４重量％～約６重量％のマンガン含有量を有するものにおいて磁性を留保することができる。

【０１２０】

付加的処理ステップの第３のセットで説明される均質化、熱間圧延、および溶体化焼鈍後に、合金はまた、約７５０°Ｆ（３９９℃）～約８５０°Ｆ（４５４℃）の温度で約１時間～約２４時間の時間周期にわたって時効させられ、次いで、空冷され、依然として磁性のままとなることができる。

【０１２１】
付加的処理ステップの第４のセットでは、合金が鋳造された後に、合金は、約１２００°Ｆ（６４９℃）～約１７００°Ｆ（９２７℃）の温度で約４時間～約２２時間の時間周期にわたって均質化される。次いで、合金は、約１４００°Ｆ（７６０℃）～約１６００°Ｆ（８７１℃）の温度で約１時間～約３時間の時間周期にわたって加熱され、次いで、約６５％～約７０％の縮小を達成するように熱間圧延される。次いで、合金は、約１２００°Ｆ（６４９℃）～約１６００°Ｆ（８７１℃）の温度で約１時間～約３時間の時間周期にわたって溶体化焼鈍され、次いで、水焼入される。少なくとも５重量％のマンガン含有量を有する銅ニッケルスズマンガン合金、具体的には、約７重量％～約２１重量％のマンガン含有量を伴うもの、または約８重量％～約１２重量％のニッケル含有量および約５重量％～約７重量％のスズ含有量を有するものはまた、本処理ステップの第４のセット後にも、それらの磁性を留保することができる。
【０１２２】
付加的処理ステップの第４のセットで説明される均質化、熱間圧延、および溶体化焼鈍後に、合金はまた、約７５０°Ｆ（３９９℃）～約１２００°Ｆ（６４９℃）の温度で約２時間～約４時間の時間周期にわたって時効させられ、次いで、空冷され、磁性を留保することができる。本時効ステップはまた、均質化、熱間圧延、および溶体化焼鈍処理ステップ後に非磁性である、いくつかの合金の磁性を再活性化することもできる。本追加時効ステップとの付加的処理ステップの第４のセットの組み合わせは、付加的処理ステップの第５のセットと見なされることができる。
【０１２３】
代替として、付加的処理ステップの第４のセットで説明される均質化、熱間圧延、および溶体化焼鈍後に、合金はまた、約２０％～約４０％の縮小を達成し、磁性を再活性化するように、冷間圧延されることもできる。本添加冷間圧延ステップとの付加的処理ステップの第４のセットの組み合わせは、付加的処理ステップの第６のセットと見なされることができる。
【０１２４】
加えて、付加的処理ステップの第６のセットで説明される均質化、熱間圧延、溶体化焼鈍、および冷間圧延後に、次いで、合金は、約７５０°Ｆ（３９９℃）～約１２００°Ｆ（６４９℃）の温度で約２時間～約４時間の時間周期にわたって時効させられ、次いで、空冷され、磁性を再活性化することもできる。本追加時効ステップとの付加的処理ステップの第６のセットの組み合わせは、付加的処理ステップの第７のセットと見なされることができる。
【０１２５】
付加的処理ステップの第８のセットでは、合金が鋳造された後に、合金は、約１２００°Ｆ（６４９℃）～約１７００°Ｆ（９２７℃）の第１の温度で、約５時間～約７時間、または約９時間～１１時間、もしくは約１８時間～約２２時間の時間周期にわたって均質化され、次いで、空冷される。次いで、合金は、約１２００°Ｆ（６４９℃）～約１６００°Ｆ（８７１℃）の温度で、約６時間またはより長い時間を含む、約４時間またはより長い第２の時間周期にわたって加熱される。次いで、合金は、約６６％～約９０％の縮小を達成するように押出される。少なくとも７重量％のマンガン含有量を有する銅ニッケルスズマンガン合金、具体的には、約１０重量％～約１２重量％のマンガン含有量を伴うものはまた、本処理ステップの第８のセット後にも、それらの磁性を留保することができる。
【０１２６】
付加的処理ステップの第８のセットで説明される均質化および押出ステップ後に、合金はまた、約１２００°Ｆ（６４９℃）～約１７００°Ｆ（９２７℃）の温度で約１時間～約３時間の時間周期にわたって溶体化焼鈍され、次いで、水焼入されることもできる。少なくとも７重量％のマンガン含有量を有する銅ニッケルスズマンガン合金、具体的には、約１０重量％～約１２重量％のマンガン含有量を伴うものはまた、本処理ステップの第９

のセット後に、それらの磁性を留保することができる。本溶体化焼鈍ステップはまた、均質化および押出ステップ後に非磁性である、いくつかの合金の磁性を再活性化することもできる。本溶体化焼鈍ステップとの付加的処理ステップの第８のセットの組み合わせは、付加的処理ステップの第９のセットと見なされることができる。

【０１２７】

処理ステップの第１０のセットでは、合金が付加的処理ステップの第８のセットに従って押出された後、合金は、約１２００°Ｆ（６４９℃）～約１７００°Ｆ（９２７℃）の温度で約１時間～約３時間の時間周期にわたって溶体化焼鈍される。次いで、合金は、随意に、約２０％～約４０％の縮小を達成するように冷間処理されることができる。次いで、合金は、約６００°Ｆ（３１６℃）～約１２００°Ｆ（６４９℃）の温度で約１時間～約４時間の時間周期にわたって時効させられる。より特定の実施形態では、時効は、約７００°Ｆ（３７１℃）～約１１００°Ｆ（５９３℃）または約８００°Ｆ（４２７℃）～約９５０°Ｆ（５１０℃）の温度で行われ、次いで、空冷される。

【０１２８】

合金はまた、その性質を変化させるように磁場内で熱処理されることもできる。合金は、磁場に暴露され、次いで、（例えば、炉の中で、赤外線ランプによって、またはレーザによって）加熱される。これは、合金の磁気的性質の変化をもたらすことができ、付加的処理ステップの第１１のセットと見なされることができる。

【０１２９】

したがって、結果として生じる磁性銅ニッケルスズマンガン合金は、種々の性質の値の異なる組み合わせを有することができる。磁性合金は、少なくとも１．１００、または少なくとも１．５００、もしくは少なくとも１．９００の比透磁率（μ_r）を有してもよい。磁性合金は、少なくとも６０、少なくとも７０、または少なくとも８０、もしくは少なくとも９０のロックウェル硬度Ｂ（ＨＲＢ）を有してもよい。磁性合金は、少なくとも２５、少なくとも３０、または少なくとも３５のロックウェル硬度Ｃ（ＨＲＣ）を有してもよい。磁性合金は、約０．４ｅｍｕ～約１．５ｅｍｕの飽和における最大磁気モーメント（m_s）を有してもよい。磁性合金は、約０．１ｅｍｕ～約０．６ｅｍｕの残留磁気または残留磁性（m_r）を有してもよい。磁性合金は、約０．３～約１．０のスイッチング磁場分布（ΔＨ／Ｈｃ）を有してもよい。磁性合金は、約４５エルステッド～約２１０エルステッド、または少なくとも１００エルステッド、もしくは１００エルステッド未満の保磁性を有してもよい。磁性合金は、約０．１～約０．５のm_r／m_sとして計算される直角度を有してもよい。磁性合金は、約４．５ｅｍｕ／ｇ～約９．５ｅｍｕ／ｇのシグマ（m_s／質量）を有してもよい。磁性合金は、約１．５％～約１５％または約５％～約１５％の電気伝導度（％ＩＡＣＳ）を有してもよい。磁性合金は、約８０ｋｓｉ（５５１ＭＰａ）～約１４０ｋｓｉ（９６５ＭＰａ）を含む、約２０ｋｓｉ（１３８ＭＰａ）～約１４０ｋｓｉ（９６５ＭＰａ）の０．２％オフセット降伏強度を有してもよい。磁性合金は、約８０ｋｓｉ（５５１ＭＰａ）～約１５０ｋｓｉ（１０３４ＭＰａ）を含む、約６０ｋｓｉ（４１４ＭＰａ）～約１５０ｋｓｉ（１０３４ＭＰａ）の最大引張強度を有してもよい。磁性合金は、約４％～約７０％の伸長率を有してもよい。磁性合金は、室温でシャルピーＶ字切り欠き試験を使用して、ＡＳＴＭ　Ｅ２３に従って測定されるときに、少なくとも２フィートポンド（ｆｔ－ｌｂｓ）～１００ｆｔ－ｌｂｓを超過するＣＶＮ衝撃強度を有してもよい。磁性合金は、約８ｇ／ｃｃ～約９ｇ／ｃｃの密度を有してもよい。磁性合金は、約１６００万～約２１００万ｐｓｉ（１１万～１４万ＭＰａ））（９５％信頼区間）の弾性率を有してもよい。これらの性質の種々の組み合わせが企図される。

【０１３０】

特定の実施形態では、磁性合金は、少なくとも１．１００の比透磁率（μ_r）と、少なくとも６０のロックウェル硬度Ｂ（ＨＲＢ）とを有してもよい。

【０１３１】

他の実施形態では、磁性合金は、少なくとも１．１００の比透磁率（μ_r）と、少なくとも２５のロックウェル硬度Ｃ（ＨＲＣ）とを有してもよい。

【０１３２】
いくつかの実施形態では、銅ニッケルスズマンガン合金はまた、コバルトを含有してもよい。コバルトが存在するとき、合金は、約１重量％～約１５重量％コバルトを含有してもよい。
【０１３３】
磁性銅ニッケルスズマンガン合金は、ストリップ、ロッド、管、ワイヤ、バー、プレート、形状、または種々のばね等の製作された物品等の基本的物品に形成されることができる。具体的には、磁性ばねは、移動するためにはるかに少ない力を必要とし、高い弾性歪みを有するであろうことと考えられる。他の物品が、ブッシング、器具筐体、コネクタ、セントライザ、締結具、ドリルカラー、塑性形状用の鋳型、溶接アーム、電極、および公認インゴットから成る群から選択されてもよい。
【０１３４】
望ましくは、本開示の磁性合金は、機械的強度、延性、および磁気挙動のバランスを有する。磁気引力距離、保磁性、残留磁気、飽和状態における最大磁気モーメント、透磁率、およびヒステリシス挙動等の磁気的性質、ならびに機械的性質は、所望の組み合わせに同調させられることができる。
【０１３５】
本開示の磁性銅合金は、合金の磁性が熱処理および合金の組成に応じて変動し得るドメイン磁区内にあることが考えられる。具体的には、金属間析出物が、いくつかの合金の微細構造内で観察されている。したがって、本開示の合金は、銅マトリクス内に離散分散相を含有するものと見なされることができる。理論によって拘束されるわけではないが、代替として、合金は、ニッケルおよびマンガンも含有し得る、大部分が銅のマトリクス内で分散されるＮｉ－Ｍｎ－Ｓｎ金属間化合物として説明されることができる。
【０１３６】
以下でさらに説明される図５３－５６Ｃは、本開示のＣｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金の種々の拡大図を示す。針状金属間析出物が、これらの図において粒子内で見られる。図６０Ａ－６０Ｆに示されるように、析出物は、相互に対して約６０°角度で配向される線の３つのセットとして出現する。これらの図では、点線は、析出物が配向される方向を強調するように存在している。いくつかの実施形態では、析出物は、長軸と垂直に観察されたときに、４：１～２０：１のアスペクト比を有する。他の実施形態では、析出物は、断面で観察されたときに、１：１～４：１のアスペクト比を有する。
【０１３７】
いくつかの潜在的用途が、これらの磁性銅合金に関して存在する。この点に関して、それらは、耐腐食性、電気伝導度、および抗菌性質等の銅合金の通常の性質を有し、ならびに磁性である。そのような用途は、塩水の磁気濾過、水の低レベル電気加熱、養殖業用の部品および構成要素、通貨用の偽造防止スレッド、磁気水軟化剤、医療デバイスまたは手術器具、電気焼灼機器、位置付けデバイスまたは器具；ブイ、浮き、フレーム、スレッド、ケーブル、締結具、または低電流加熱ブランケット等の海洋デバイス;電磁放射線吸収目的のための色素、コーティング、膜、または箔を含み得る。加えて、性質特性の他の組み合わせは、被覆（ｃｌａｄ）、象眼細工（ｉｎｌａｉｄ）、および接着されたストリップならびにワイヤ、温度制限および制御デバイス、磁気センサ、磁気センサ標的、および磁気スイッチングデバイス、微小電気機械システム（ＭＥＭＳ）、半導体、およびスピン輸送電子デバイス、変圧器および他の電子デバイス用の磁気ワイヤ、ＥＭＦ／ＲＦＩ遮蔽材料、電磁遮蔽を必要とする電気通信デバイス、薄膜コーティング、磁気シグネチャを必要とする複合／ハイブリッドシステム、ならびに冷蔵または加熱用の電磁遮蔽および熱磁気冷却デバイス等の用途に有利に働く。
【０１３８】
以下の実施例は、本開示の合金、プロセス、物品、および性質を例証するように提供される。実施例は、例証的にすぎず、本開示をその中に記載される材料、条件、またはプロセスパラメータに限定することを意図していない。

【実施例】
【０１３９】
実施例の第１のセット
Ａ－Ｈと標識された８つの組成物が試験された。以下の表Ａは、これら８つの組成物の構成を列挙する。以降の試験では、第９の組成物Ｊが試験され、簡潔にするためにここで同様に列挙されている。組成物Ｈは、市販の合金（ＴｏｕｇｈＭｅｔ（登録商標）３、または「Ｔ３」）であり、組成物Ｊも市販されており（ＴｏｕｇｈＭｅｔ（登録商標）２、または「Ｔ２」）、両方ともＭａｔｅｒｉｏｎ Ｃｏｒｐｏｒａｔｉｏｎ（Ｍａｙｆｉｅｌｄ Ｈｅｉｇｈｔｓ，Ｏｈｉｏ，ＵＳＡ）が提供している。
【表Ａ】

表A.

組成物	Ni(重量%)	Sn(重量%)	Mn(重量%)	Cu(重量%)
A	15	8	11	66
B	15	8	5	72
C	15	8	2	75
D	11	6	20	63
E	9	6	5	80
F	9	6	20	65
G	9	6	8	77
H(T3)	15	8	0	77
J(T2)	9	6	0	85

【０１４０】
実物大の（５０００ポンドを超過する）材料のセット（ｈｅａｔｓ ｏｆ ｍａｔｅｒｉａｌ）が、公称８インチ直径鋳物として連続的に鋳造された。
【０１４１】
図９は、これら８つの組成物が、（ａ）鋳放し形態で、（ｂ）６時間～１４時間にわたる１４５０°Ｆ（７８８℃）～１６３０°Ｆ（８８８℃）の１つの均質化ステップ後に、（ｃ）第２の均質化ステップ後に、および（ｄ）熱間据込鍛造を加えた均質化後に、磁性であるかどうかについてのデータを提供する。「ＷＱ」は、水焼入を表し、「ＨＵ」は、約５０％縮小までの熱間据込鍛造を表す。組成物が磁気的傾向を示したかどうかは、強力な希土類磁石の存在下でサンプルの引力の査定によって判定された。ここで見られるように、「鋳放し」状態で磁性であった、いくつかの合金は、「オフにされ」得る。
【０１４２】
図１は、６時間にわたる１５８０°Ｆ（８６０℃）での均質化および水焼入後の組成物Ａの５０倍の倍率におけるエッチングされた横断面図である。
【０１４３】
図２は、６時間にわたる１５８０°Ｆ（８６０℃）での均質化および水焼入後の組成物Ｂの５０倍の倍率におけるエッチングされた横断面図である。
【０１４４】
図３は、６時間にわたる１５８０°Ｆ（８６０℃）での均質化および水焼入後の組成物Ｃの５０倍の倍率におけるエッチングされた横断面図である。
【０１４５】
図４は、６時間にわたる１５８０°Ｆ（８６０℃）での均質化および水焼入後の組成物Ｄの５０倍の倍率におけるエッチングされた横断面図である。融解が存在している。
【０１４６】

図５は、６時間にわたる１５８０°Ｆ（８６０℃）での均質化および水焼入後の組成物Ｅの５０倍の倍率におけるエッチングされた横断面図である。

【０１４７】

図６は、６時間にわたる１５８０°Ｆ（８６０℃）での均質化および水焼入後の組成物Ｆの５０倍の倍率におけるエッチングされた横断面図である。融解が存在している。

【０１４８】

図７は、６時間にわたる１５８０°Ｆ（８６０℃）での均質化および水焼入後の組成物Ｇの５０倍の倍率におけるエッチングされた横断面図である。

【０１４９】

図８は、６時間にわたる１５８０°Ｆ（８６０℃）での均質化および水焼入後の組成物Ｈの５０倍の倍率におけるエッチングされた横断面図である。

【０１５０】

図１０は、これら８つの組成物が、（合金別に示されるように）６時間にわたる１３７５°Ｆ（７４６℃）～１５８０°Ｆ（８６０℃）の１つの均質化ステップ後に磁性であるかどうかについてのデータを提供する。次いで、均質化合金が、示されるように溶体化焼鈍された。次いで、溶体化焼鈍合金が、３時間にわたって６００°Ｆ（３１６℃）～１１００°Ｆ（５９３℃）で時効させられた。「ＡＣ」は、空冷を表す。ここで見られるように、合金が「オンにされた」、または再び磁性にされたときに、時効の約７５０°Ｆ（３９９℃）で磁気転移があった。

【０１５１】

図１１は、これらの組成物が、示されるように、均質化および２つの熱間圧延ステップ後に磁性であるかどうかについてのデータを提供する。この点に関して、熱間圧延は、１つのステップで達成されず、したがって、材料は、所望の厚さまで熱間圧延するために再加熱される必要があった。次に、これらの均質化および熱間圧延された合金は、次いで、その後、５時間にわたって１５２５°Ｆ（８２９℃）で溶体化焼鈍され、次いで、示されるような炉冷または水焼入を使用して冷却された。次いで、溶体化焼鈍および水焼入された合金は、その後、１時間～２４時間にわたって８００°Ｆ（４２７℃）で時効させられた。「Ｆｃｅ　ｃｏｏｌ」は、炉冷を表す。組成物Ａ、Ｄ、およびＦは、試験されなかった。これは、磁気転移温度が、時間、温度、組成物、またはそれらの組み合わせの変化によって設計され得ることを示唆する。

【０１５２】

図１２では、最初に、８つの組成物が均質化され、次いで、熱間圧延され、次いで、種々の時間および温度で溶体化焼鈍された。組成物Ａは、８～１０時間にわたって１５４０°Ｆ（８３８℃）で均質化され、次いで、空冷され、次いで、２時間にわたって１４７５°Ｆ（８０２℃）まで加熱され、６７％縮小まで熱間圧延され、次いで、２時間にわたって１５２５°Ｆ（８２９℃）で溶体化焼鈍され、次いで、水焼入された。組成物Ｂ、Ｃ、Ｅ、およびＨは、６時間にわたって１５８０°Ｆ（８６０℃）で均質化され、次いで、空冷され、次いで、２時間にわたって１５００°Ｆ（８１６℃）まで加熱され、６７％縮小まで熱間圧延され、次いで、２時間にわたって１５２５°Ｆ（８２９℃）で溶体化焼鈍され、次いで、水焼入された。組成物Ｄ、Ｆ、およびＧは、冷却することなく２０時間にわたって１３００°Ｆ（７０４℃）で均質化され、次いで、６７％縮小まで直接熱間圧延され、次いで、２時間にわたって１４００°Ｆ（７６０℃）で溶体化焼鈍され、次いで、水焼入された。これらの処理後、現在溶体化焼鈍されている組成物は、３時間にわたって６００°Ｆ（３１６℃）～１１００°Ｆ（５９３℃）で時効させられ、次いで、空冷された。図１２は、合金がそのような処理後に磁性であったかどうかについての情報を提供する。再度、中程度のマンガン含有量に関して、約７５０°Ｆ（３９９℃）の時効温度で磁気転移があった。

【０１５３】

図１３では、８つの組成物が、図１２に示されるように、均質化、熱間圧延、および溶体化焼鈍された。水焼入後に、次いで、組成物は、２１％縮小または３７％縮小のいずれ

かまで冷間圧延された。結果は、冷間圧延が磁気的挙動を「オン」にしなかったことを示した。次に、２１％縮小まで冷間圧延された組成物は、３時間にわたって６００°Ｆ（３１６℃）～１１００°Ｆ（５９３℃）で時効させられ、次いで、空冷された。図１３は、合金がそのような処理後に磁性であったかどうかについての情報を提供する。但し、再度、時効は、磁気的性質に影響を及ぼした。

【０１５４】

図１４では、図１３で３７％縮小まで冷間圧延された組成物は、３時間にわたって６００°Ｆ（３１６℃）～１１００°Ｆ（５９３℃）で時効させられ、次いで、空冷された。同様に、時効は、磁気的性質に影響を及ぼした。

【０１５５】

図１５では、組成物Ａ、Ｂ、Ｃ、Ｅ、Ｇ、およびＨは、６時間にわたって１５８０°Ｆ（８６０℃）で均質化され、次いで、空冷され、次いで、最低６時間にわたって１５２５°Ｆ（８２９℃）まで加熱され、次いで、８８％縮小まで押出された。組成物ＤおよびＦは、２０時間にわたって１３００°Ｆ（７０４℃）で均質化され、次いで、空冷され、次いで、８８％縮小まで押出された。組成物ＤおよびＦはまた、１０時間にわたって１４３０°Ｆ（７７７℃）で別個に均質化され、次いで、空冷され、次いで、最低６時間にわたって１３００°Ｆ（７０４℃）まで加熱され、次いで、８８％縮小まで押出された。組成物Ｊは、４時間にわたって１５８０°Ｆ（８６０℃）で均質化され、次いで、空冷され、次いで、最低６時間にわたって１５００°Ｆ（８１６℃）まで加熱され、次いで、８８％縮小まで押出された。熱間押出は、組成物Ａ－Ｈに関して、２～５／８インチ直径ロッドへの８インチ直径ビレットの市販の前方押出を使用した。組成物Ｊに関して、熱間押出は、２インチ直径ロッド（８９％縮小）への６インチ直径ビレットの市販の前方押出を使用した。次いで、押出合金は、２時間にわたって１２９５°Ｆ（７０２℃）～１６５０°Ｆ（８９９℃）で溶体化焼鈍され、次いで、水焼入された。簡潔にするために、溶体化焼鈍温度の半分のみが表に示されている。図１５は、合金がそのような処理後に磁性であったかどうかを識別する。

【０１５６】

比透磁率は、直接読出を用いたＦｅｒｒｏＭａｓｔｅｒ器具を使用して測定され、較正され、ＥＮ　６０４０４－１５に従って操作された。より高い値は、１．９９９の最大値までの磁化の容易性の指標である。１．９９９を上回る比透磁率は、機器の範囲を超えた。図１６－２２は、図９－１５に説明される処理ステップ後の組成物の比透磁率を列挙する。

【０１５７】

電気伝導度は、渦電流伝導度計を使用して測定された。図２３－２９は、図９－１５に説明される処理ステップ後の組成物の電気伝導度（％ＩＡＣＳ）を列挙する。渦電流が磁性による影響を受けるため、渦電流伝導度計のこれらの読取値は、より高度に磁性の合金／状態に関して完全には正確ではなく、合金の磁性レベルを間接的にのみ確認することに留意されたい。

【０１５８】

組成物の硬度もまた、ロックウェル硬度ＢまたはＣ試験方法のいずれかを使用して測定された。図３０－３６は、図９－１５に説明される処理ステップ後の組成物の硬度を列挙する。望ましくは、合金は、鍛錬製品形態で高い降伏強度および高い衝撃靱性を有することができる。

【０１５９】

弾性率

【０１６０】

組成物Ａ－Ｊの弾性率は、試験の第１の部分の間に応力・歪み曲線の傾斜を測定する、通例の引張試験アルゴリズムを使用して査定された。これは、通常、張力における試験材料弾性コンプライアンスに関し、合金熱処理から独立している、有用な推定値と見なされる。したがって、全ての組成物の９５％信頼区間としての弾性率の範囲は、１６，０００

，０００～２１，０００，０００ｐｓｉ（１１０，０００～１４０，０００ＭＰａ）であった。典型的には、本範囲内等のより低い弾性率値は、電子デバイスコネクタ、準拠プラットフォーム、ＲＦＩ／ＥＭＦキャビネット用の高変位遮蔽構成要素、または電磁もしくは高周波干渉に敏感である、またはそのような干渉を放射し得るデバイスを含有する電子ボックス等の種々の用途におけるばねのために良好である。高い降伏強度と組み合わせて、大きい変位が、準拠デバイスの低い力および低いばね定数を用いて達成可能である。比較のために、鋼鉄およびニッケル合金の弾性率レベルは、約３０，０００，０００ｐｓｉ（２１０，０００ＭＰａ）である、または本開示の磁性銅合金よりも約４０～９０％高い。アルミニウム合金は、有意により低い弾性率（１３，０００，０００ｐｓｉ（９０，０００ＭＰａ））を保有し、高い変位を提供するために十分な強度を有し得ない。他の金属、および例えば、チタンの合金は、異方性結晶構造に起因する配向に応じて、大きな変動を伴う弾性率を有し得る。

【０１６１】

密度

【０１６２】

組成物Ａ－Ｊの密度は、１つの一貫した方法を使用しないが、アルキメデス方法、質量／寸法方法、および他の類似技法を使用して、推定された。多種多様な鍛錬および熱処理状態における全ての組成物の密度は、約８ｇ／ｃｍ^3～約９ｇ／ｃｍ^3（０．３０～０．３３ｌｂｓ／ｉｎ^3）の範囲内であった。

実施例の第２のセット

【０１６３】

組成物Ａ－Ｊのサンプルが、種々の温度で時効させられた後に、それらの最大磁気引力距離（ＭＡＤ、センチメートルで測定される）に関して試験された。これは、強力な希土類磁石がサンプルの存在による影響を受けた、距離を測定することによって行われた。図３７は、各組成物に関して獲得された最大ＭＡＤを示す。組成物ＨおよびＪは、マンガンを含有せず、期待通りにゼロ（０ｃｍ）ＭＡＤを有すると測定されたことに留意されたい。また、比較のために、室温で既知の強磁性材料である、９９．９９％ニッケルのサンプルのＭＡＤが９．７ｃｍであることに留意されたい。

実施例の第３のセット

【０１６４】

ロッドのセットが、熱間押出され、次いで、種々の溶体化焼鈍および時効処理を受けた。処理されたサンプルがそれに接近すると、強力な紐で懸架された希土類磁石が最初に移動する距離を測定することによって、磁気的挙動測定が、これらの鍛錬材料の全てで行われた。（ｃｍ単位の「リッツラー距離」の）本距離Ｒはまた、「磁気引力距離」（ＭＡＤ）とも呼ばれている。

【０１６５】

基準銅ニッケルスズ合金、Ｃｕ－１５Ｎｉ－８Ｓｎ（ＴｏｕｇｈＭｅｔ（登録商標）３または「Ｔ３」）、すなわち、組成物Ｈは、非磁性である一方で、引張伸長によって測定されるような少なくとも５％の使用可能延性を留保しながら、１４０ｋｓｉ（９６５ＭＰａ）を超過する最大引張強度までの熱処理が可能である。表Ｂは、ＴｏｕｇｈＭｅｔ（登録商標）３に対して比較される、約１．９：１のＮｉ：Ｓｎの公称重量比を伴う広範囲の合金に関する最大強度結果を示す。

【表Ｂ】

表Ｂ

組成物	Ni (重量%)	Sn (重量%)	Mn (重量%)	0.2%YS (ksi)	UTS (ksi)	伸長率	硬度 (HRC)	R (cm)
H	15	8	0	129 (889MPa)	148 (1021MPa)	8	34.7	0.0
C	15	8	2	135 (931MPa)	143 (986MPa)	4	33.6	0.6
B	15	8	5	125 (862MPa)	145 (1000MPa)	4	31.3	4.5
A	15	8	11	119 (821MPa)	145 (1000MPa)	5.4	28.1	8.0

【０１６６】

表Ｂは、いくつかの熱処理実験の結果を示し、所与のピーク時効温度で取得された最高の最大引張強度を列挙する。熱処理は、８インチビレットから２．８インチ直径を有するロッドへの押出によって、均質化および熱間加工後に行われた。合金は、２時間にわたって種々の温度で溶体化焼鈍され、その後に水焼入が続いた。これらの実験は、最小０．２％オフセット降伏強度（ＹＳ）、最大引張強度（ＵＴＳ）、および硬度値によって示されるように、Ｎｉ、Ｓｎ、およびＭｎの完全な溶解が起こった最低温度を確立した。本溶体化焼鈍処理は、粒子から成る平衡微細構造をもたらし、図５１Ａのように、粒界において、または粒子内で析出物を欠いていた。溶体化焼鈍ステップ後、合金は、高温処理を受け、次いで、熱サイクルへの応答を検査するように引張試験を受けた。これらの時効処理（溶体化焼鈍および高温処理）の組み合わせからの結果として生じた集合的性質は、「時効応答」として当業者に公知である。

【０１６７】

熱処理履歴に応じて、最大値または最小値を提示することによって、合金が上昇する最終熱処理温度に反応する一般的動向があった。概して、所与の範囲の温度が適用される場合、「ピーク」強度、または伸長の場合、概して、ピーク強度と同期化された最小値の表示があり得る。析出硬化性合金に関して、本条件は、「＿＿時間にわたって＿＿°Ｆの時効温度でピーク時効させられ、その後に空冷が続く」として説明される。本条件は、ナノ構造の分布が強度において一意の最大値を生成する、合金の状態を反映する。これは、個別の合金の冶金状態を一意に査定し、温度（Ｔ）および時間（ｔ）の複数の組み合わせによって熱力学的に達成されることができる、特徴的な状態である。

【０１６８】

ここで表Ｂを参照すると、Ｃｕ－１５Ｎｉ－８Ｓｎ－ｘＭｎ（Ｔ３ベースの）合金は、比較的広い範囲のＭｎ含有量（０～２０重量％）にわたって１４０ｋｓｉ（９６５ＭＰａ）の最小ＵＴＳを達成することができると言われ得る。Ｍｎ含有量が増加する際の全ＮｉおよびＳｎ含有量の低減は、時効応答を低下させるであろうと予期された。これは、ＮｉおよびＳｎの総量が減少するにつれて、析出物または強化を生成する他の相を形成するための溶質の体積が減少するためである。驚くべきことに、増加したＭｎ含有量は、合金のＵＴＳを物質的に減少させなかった。Ｍｎの存在は、ＵＴＳにおける「支援」効果を含むと考えられる。

【０１６９】

これは、本明細書に開示される合金の機械的および磁気的性質の組み合わせにとって良い前兆である。合金の磁気強度は、Ｍｎ含有量の増加とともに増加し、再度、どのような距離で、希土類磁石が合金の引力に影響を及ぼさなくなる／及ぼし始めるかを示すように設計される、リッツラー測定システムによって査定されるような０～約１１ｃｍのＲ距離を示す。これはまた、磁気引力距離（ＭＡＤ）とも称される。合金中のＭｎの存在は、全

ＮｉおよびＳｎ含有量の低減にもかかわらず、高い降伏強度および最大引張強度を維持しながら、合金の磁気特性に影響を及ぼすと結論付けられる。

【０１７０】

いくつかの動向が、表ＢのＴ３ベースの合金に関して着目に値する。最大引張強度（ＵＴＳ）は、最大で少なくとも１１％Ｍｎ（約１０ｋｓｉ（６９ＭＰａ）未満の変動）まで、大部分がＭｎによる影響を受けない。降伏強度は、増加するＭｎによる影響を比較的受けないが、１１％Ｍｎ範囲（約１０ｋｓｉ（６９ＭＰａ））にわたってＹＳのわずかな減少があると考えられる。（張力試験において伸長によって査定されるような）延性は、０～１１％Ｍｎの最小値を示し得る。磁気引力距離Ｒは、最大約１１ｃｍまで連続的に増加する。

【０１７１】

表Ｃは、ピーク時効状態および個別の磁気強度において両方の機械的性質に関して特性評価された、いくつかのＣｕ－９Ｎｉ－６Ｓｎ－ｘＭｎ（Ｔ２ベースの）合金（Ｎｉ：Ｓｎ比約１．５）の結果を含有する。これらの合金では、Ｍｎ含有量の増加とともに、ピーク時効強度の著しい低減があった。Ｃｕ－９Ｎｉ－６Ｓｎ－ｘＭｎ合金に関して完全には特性評価されないが、磁気強度は、表Ｂ内のＴ３ベースの合金（Ｎｉ：Ｓｎ比約１．９）と同様に、Ｍｎ含有量の増加とともに増加すると考えられる。

【表Ｃ】

表Ｃ

組成物	Ni (重量%)	Sn (重量%)	Mn (重量%)	0.2% YS (ksi)	UTS (ksi)	伸長率	硬度 (HRB)	R (cm)
J	9	6	0	106 (731MPa)	124 (855MPa)	6	26.5HRC (推定 107 HRB)	0.0
E	9	6	5	75 (517MPa)	112 (772MPa)	10	95.7	6.7
G	9	6	8	66 (455MPa)	101 (696MPa)	8	93.2	5.2
F	9	6	20	62 (427MPa)	107 (737MPa)	20	96.5	4.6

【０１７２】

いくつかの動向が、表ＣのＴ２ベースの合金に関して着目に値する。強度性質は、ピーク時効状態でのＭｎの添加によって著しく減少させられる。損失が、約４０ｋｓｉ（２７６ＭＰａ）の降伏強度および約２５ｋｓｉ（１７２ＭＰａ）の最大引張強度に関して見られる。磁性パラメータＲは、０～８％Ｍｎのピーク値を提示する。残念ながら、組成物Ｆ、すなわち、２０％合金は、８％Ｍｎ合金を超えた機械的および磁気的特性の両方への限定された洞察のみを提供し、時効応答を判定することに先立って、完全には溶体化焼鈍されなかった。これは、この合金が、１３８５°Ｆ（７５２℃）を超過する溶体化焼鈍の直後の水焼入中に亀裂の影響を受けやすかったためである。

【０１７３】

ここで表Ｄを参照すると、約１．８のＮｉ：Ｓｎを伴う１つの組成物（Ｃｕ－１１Ｎｉ－６Ｓｎ－２０Ｍｎ、組成物Ｄ）は、公称上ピーク時効において、非常に低い降伏強度および最大引張強度を示した。また、本組成物は、より高い溶体化焼鈍温度（＞１３８５°Ｆ（７５２℃））における水焼入中の溶体化焼鈍中に割れる傾向もあった。これは、高Ｍｎ含有量において異なる冶金効果を示し得る、組成物Ｆの挙動に類似する。

【表Ｄ】

表Ｄ

組成物	Ni (重量%)	Sn (重量%)	Mn (重量%)	0.2%YS (ksi)	UTS (ksi)	伸長率	硬度 (HRB)	R (cm)
D	11	6	20	56 (386MPa)	103 (710MPa)	19	94.8	4.5

【０１７４】
マンガンは、Ｎｉ：Ｓｎの比が１．５～約１．９の範囲内である、Ｃｕ－Ｎｉ－Ｓｎシステムの機械的性質に影響を及ぼす。図３８Ａ－３８Ｅは、種々の機械的性質に対する表Ｂ、Ｃ、およびＤの合金のマンガン含有量の関係を示す、５つのグラフである。これらのグラフは、Ｃｕ－１５－Ｎｉ－８Ｓｎ－ｘＭｎ（Ｔ３ベースの）およびＣｕ－９Ｎｉ－６Ｓｎ－ｘＭｎ（Ｔ２ベースの）合金が、Ｍｎ含有量に依存するピーク時効機械的性質を有することを示す。
【０１７５】
工学的観点から、構造能力と磁気的挙動との間の関係が重要である。図３９Ａは、２時間にわたる１４７５°Ｆ（８０２℃）または１５２０°Ｆ（８２７℃）のいずれかの溶体化焼鈍処理、次いで、水焼入（ＷＱ）を使用し、その後に、次第に上昇する温度で時効が続く、組成物Ａ、すなわち、Ｃｕ－１５Ｎｉ－８Ｓｎ－１１Ｍｎの押出されたまま（熱間加工したまま）のロッドの磁気引力距離（ＭＡＤ）と０．２％オフセット降伏強度との間の関係の実施例を示す。この場合、個別の時効処理は、２時間にわたって約７００°Ｆ（３７１℃）～約１１００°Ｆ（５９３℃）の範囲内であり、その後に、空冷が続いた。溶体化焼鈍温度は、機械的および磁気的性質の時効応答に影響を及ぼすと考えられない。
【０１７６】
組成物Ａのピーク時効は、図３９Ａでは、８３５°Ｆ（４４６℃）付近で約１２０ｋｓｉ（８２８ＭＰａ）の最高降伏強度において起こる。磁気引力距離最大値は、若干、熱処理応答挙動の過時効側にある、約８５０°Ｆ（４５４℃）～９００°Ｆ（４８２℃）で起こる。したがって、磁気引力距離（ＭＡＤ）は、ピーク強度の温度とは異なる温度でピークになる。プロットはまた、所与の降伏強度に関して、より高い磁気引力、すなわち、ＭＡＤが、これらの押出、溶体化焼鈍、および時効した材料のための過時効のみによって利用可能であることも示す。
【０１７７】
他の組成物は、図３９Ｂに示されるように、異なって応答し、図３９Ａからの組成物Ａを含む、４つのＣｕ－１５Ｎｉ－８Ｓｎ－ｘＭｎ合金の磁気引力距離（ＭＡＤ）と０．２％オフセット降伏強度との間の関係が実証されている。観察され得るように、本システムは、広範囲の強度・磁気的組み合わせを達成することができる。本所見は、合金が、システムとして、構造および磁気的要因を伴う工学的問題を解決するように調整され得ることを示す。すなわち、十分な磁気引力を伴う最小強度を要求する用途は、合金組成物ならびに時効温度および時間の広範囲の複合選択を使用して、満たされることができる。
【０１７８】
図３９Ｃは、４つのＣｕ－９Ｎｉ－６Ｓｎ－ｘＭｎ合金の磁気引力距離（ＭＡＤ）と０．２％オフセット降伏強度との間の関係を示す。Ｍｎの増加を伴う、より低いＮｉ：Ｓｎ＝１．５の合金の動向は、降伏強度が増加したＭｎによって著しく低減させられることを除くが、類似する。磁気引力距離は、Ｎｉ：Ｓｎ＝１．９の合金とほぼ同じくらい高い、高い値に調整されることができる。
【０１７９】
図３９Ｄは、Ｃｕ－１１Ｎｉ－６Ｓｎ－２０Ｍｎ合金、すなわち、組成物Ｄの磁気引力距離（ＭＡＤ）と０．２％オフセット降伏強度との間の関係を示す。結果として生じる磁気引力距離は、組成物Ｆのものに類似する。

【０１８０】
合金Ｆ（Ｃｕ－９Ｎｉ－６Ｓｎ－２０Ｍｎ）およびＤ（Ｃｕ－１１Ｎｉ－６Ｓｎ－２０Ｍｎ）は、磁気引力距離Ｒの中点値を有するが、表ＣならびにＤにおいてそれらのＹＳおよびＵＴＳによって見られるような非常に低い強度の合金である。これらの合金は、（溶体化焼鈍直後の水焼入中の亀裂に起因して）不十分に溶体化焼鈍されたが、より低い急冷速度の媒体を用いると、時効に応じて、より広範囲の強度・磁気引力の組み合わせを保有し得る。
【０１８１】
図４０Ａ－４０Ｅは、上記で議論される全ての合金の時効応答を詳述する。図４０Ａは、時効温度と対比した０．２％オフセット降伏強度のグラフである。図４０Ｂは、時効温度と対比した最大引張強度（ＵＴＳ）のグラフである。図４０Ｃは、時効温度と対比した伸長率のグラフである。図４０Ｄは、時効温度と対比した硬度（ＨＲＣ）のグラフである。図４０Ｅは、時効温度と対比した磁気引力距離のグラフである。概して、組成物の機械的性質および磁気的挙動は、非磁性である組成物ＨおよびＪを除いて、ならびに最小値が見出された伸長率を除いて、時効温度範囲にわたって最大値または「ピーク」値を獲得した。
【０１８２】
ともに、これらのグラフは、機械的性質および磁気引力距離の両方のピーク条件が、必ずしも単一の時効温度で合致させられるわけではないことを示す。換言すると、磁気引力距離は、ピーク強度（ＹＳまたはＵＴＳ）の温度と異なる温度でピークになってもよい。これは、合金が機械的性質および磁気的性質の組み合わせを提供するように調整され得ることを意味する。例えば、最小機械的強度および最小磁気引力距離を要求する用途は、適切な合金マトリクスを選択し、特定の時効温度／時間の組み合わせでそのマトリクスを処理することによって、取得されることができる。強度および磁気強度の一意の予測可能な組み合わせを伴う一連の合金は、鋳造を利用し、その後に、磁気強度および磁気引力の標的化された組み合わせを達成するために十分な温度ならびに時間で、均質化、熱間加工、溶体化焼鈍、および時効が続く、プロセスによって作成されることができる。
実施例の第４のセット
【０１８３】
微細構造検査
【０１８４】
処理ステップの全体を通して、微細構造は、各プロセスがその意図された機能を達成したことを確実にするように検査された。微細構造検査が、種々の合金の処理成果を比較して対比する１つの方法として使用された。微細構造は、目測で、および立体顕微鏡法、光学金属組織学、共焦点レーザ走査顕微鏡法（ＣＬＳＭ）、走査電子顕微鏡法（ＳＥＭ）、および走査型透過電子顕微鏡法（ＳＴＥＭ）等の種々の方法によって検査された。結晶構造が、Ｘ線回折（ＸＲＤ）を使用して判定された。
【０１８５】
立体顕微鏡法、光学金属組織学、ＣＬＳＭ、ＳＥＭ、およびＸＲＤのためのサンプル調製は、切片化、次いで、鏡面仕上げ表面を作成するために、次第により細かくなる媒体を使用する研削および研磨を伴った。サンプルは、研磨されたままの状態で検査されることができた。ある相および粒界を増進するために、次いで、研磨されたサンプルは、硝酸鉄、塩酸、および水の溶液［$Fe(NO_3)_3+HCl+H_2O$］を使用してエッチングされた。次いで、サンプルは、エッチングされた状態で検査されることができた。ＳＴＥＭに関して、集束イオンビーム（ＦＩＢ）ミリングの特殊サンプル調製技法が、オングストローム厚さの箔試料を生成するために必要であった。
【０１８６】
溶体化焼鈍処理
【０１８７】
溶体化焼鈍は、前の作業ステップの効果を除去し、構成物質が固溶体に入ることを可能

にし、急速冷却を通して、溶液中でこれらの構成物質を保つように設計された。溶体化焼鈍は、冷間加工または付加的熱処理等の所望の機械的性質を達成する任意の数の方法で、金属が処理され得る、「白紙」状態に金属を戻すことと比較されることができた。

【０１８８】

全ての組成物が、５つの一意の温度で溶体化焼鈍され、微細構造が、光学顕微鏡検法によって検査された。全ての溶体化焼鈍材料は、多くの場合、焼鈍双晶を含有する、大部分が等軸のオーステナイト微細構造を提示した。いかなる析出物も明白ではなかった。図５１Ａは、１５００°Ｆ（８１６℃）で溶体化焼鈍された、組成物Ｇの長手方向顕微鏡写真である。本特定のサンプルは、エッチングされた状態で示され、画像は、２００倍の倍率において明視野照明とともに金属顕微鏡を使用して撮影された。図５１Ｂは、５００Ｘ倍の倍率における組成物Ｇの微細構造を示す。これらの微細構造は、双晶境界または粒界によって境界される、特徴のない粒子内部を示す、溶体化焼鈍状態で検査された全ての材料の代表である。

【０１８９】

次に、１５２０°Ｆ（８２７℃）で溶体化焼鈍された組成物Ａは、透過電子（ＴＥ）画像を使用して、走査型透過電子顕微鏡法（ＳＴＥＭ）によって検査された。図５２は、２５０，０００倍の倍率における組成物ＡのＴＥ画像を示す。再度、いかなる析出物も明白ではなかった。しかしながら、転位が着目された。転位は、結晶構造の線状欠陥を示す。線状欠陥は、縁転位として公知であり、螺旋の欠陥は、螺旋転位として公知であり、または線状および螺旋欠陥の組み合わせは、混合転位として公知である。

【０１９０】

時効硬化

【０１９１】

時効は、適度に高温の熱処理を通して、材料の性質を増進するように設計された。時効からの性質増進は、頻繁に、構成物質の析出または相変化に起因する。

【０１９２】

全ての組成物が、４～９つの一意の温度で時効させられた。時効材料は、各性質の時効応答曲線をもたらす、機械的性質、靱性、および硬度に関して試験された。これらの曲線は、図４０Ａ－４０Ｅとして上記で示される。各組成物の３つのサンプルが、時効曲線内の３つの位置、すなわち、低（「亜時効」）、高（「ピーク」）、および低（「過時効」）に基づいて、微細構造検査のために選択された。

【０１９３】

亜時効状態で、実験用組成物Ｃおよび基準組成物ＨならびにＪは、溶体化焼鈍サンプルと同様に、大部分が等軸のオーステナイト微細構造を提示した。亜時効から、ピーク時効、過時効まで、組成物ＨおよびＪの微細構造は、粒境における偶発パーライト析出物から、完全に変換されたパーライト微細構造まで進行した。

【０１９４】

逆に、時効させられたとき、実験用組成物Ａ、Ｂ、Ｄ、Ｅ、Ｆ、およびＧは、相互に対して公称上６０°角度で配向され、５００倍未満の低い倍率で視認されたときに幾何学的パターンを作成する、線の３つのセットとして出現する、新しい粒内析出物を提示した。双晶を含有しない粒子では、一様な幾何学パターンが、粒子全体を横断して明白であった。隣接する粒子が、わずかに異なる配向で幾何学パターンを示した。双晶が存在したとき、双晶内の幾何学パターンは、親粒子のパターンとわずかに異なる配向にあった。いくつかの実験用組成物では、粒内析出物の認識された量は、亜時効から、ピーク時効、過時効状態になるときに増加した。

【０１９５】

時効微細構造の実施例が、図５３に示されている。本図は、エッチングされた状態において、９１０°Ｆ（４８８℃）でピーク時効させられた組成物Ｆを示す。画像は、明視野照明とともに金属顕微鏡を使用して、５００倍の倍率で撮影された。粒内析出物の幾何学的パターンは、密集した暗い色の線として出現する。本微細構造は、時効した実験用組成

物Ａ、Ｂ、Ｄ、Ｅ、Ｆ、およびＧの代表である。
【０１９６】
共焦点レーザ走査顕微鏡法（ＣＬＳＭ）は、コンピュータによって単一の画像に再構築される、３次元のポイント毎のレーザ走査に起因する地形学的特徴を増進することができる。新しい相の幾何学的パターンをより良好に視覚化するために、実験用組成物Ａ、Ｆ、およびＧの選択サンプルが、ＣＬＳＭを使用して検査された。
【０１９７】
図５４Ａは、５００倍の倍率における９１０°Ｆ（４８８℃）でピーク時効させられた組成物ＦのＣＬＳＭ画像である。図５４Ｂは、１５００倍の倍率における９１０°Ｆ（４８８℃）でピーク時効させられた組成物ＦのＣＬＳＭ画像である。より高い倍率で、以前に線であると考えられたものは、ここでは、幾何学的パターンで配向された小さな針状析出物であると考えられる。
【０１９８】
図５４Ｃは、５００倍の倍率における８３５°Ｆ（４４６℃）でピーク時効させられた組成物ＡのＣＬＳＭ画像である。図５４Ｄは、１５００倍の倍率における８３５°Ｆ（４４６℃）でピーク時効させられた組成物ＡのＣＬＳＭ画像である。幾何学的パターンで配向された小さな針状析出物の外観は、組成物Ｆのものに類似する。
【０１９９】
図５４Ｅは、５００倍の倍率における１１００°Ｆ（５９３℃）で過時効させられた組成物ＦのＣＬＳＭ画像である。図５４Ｆは、１５００倍の倍率における１１００°Ｆ（５９３℃）で過時効させられた組成物ＦのＣＬＳＭ画像である。新しい相析出物の幾何学的パターンの針状性質が、ここでは特に明白である。
【０２００】
走査電子顕微鏡法（ＳＥＭ）が、実験用組成物ＡおよびＦならびに基準組成物Ｈのエッチングされた時効サンプルを検査するために使用された。図５５Ａは、１５００倍の倍率における１０００°Ｆ（５３８℃）で過時効させられた組成物ＡのＳＥＭ画像である。析出物の幾何学的パターンが、明白である。図５５Ｂは、１０，０００倍の倍率における１０００°Ｆ（５３８℃）で過時効させられた組成物ＦのＳＥＭ画像である。粒子内の析出物の針状（針形）性質が、明白である。不規則な形状の析出物および偶発パーライトコロニーが、いくつかの時効サンプル中で粒境に沿って着目された。
【０２０１】
図５５Ｃは、３０００倍の倍率における１１００°Ｆ（５９３℃）で過時効させられた組成物ＦのＳＥＭ画像である。図５５Ｄは、１０，０００倍の倍率における１１００°Ｆ（５９３℃）で過時効させられた組成物ＦのＳＥＭ画像である。同一の幾何学的パターンが見られる。また、図５５Ｃでは、双晶境界が、右の粒境に沿って、下方の粒子の中で観察される。析出物の針状性質が、再度、明白である。図５５Ｄでは、明るい色の針状相が、暗い色のエッチングされた基質から突出すると考えられる。再度、不規則な形状の析出物が、粒境に沿って明白である。
【０２０２】
上記で、「幾何学的パターン」が参照されている。図６０Ａ－６０Ｆでは、線が、幾何学的パターンにおける線の３つのセットの公称６０°角度関係を例証／確認するように、図５３、５４Ａ－５４Ｆ、５５Ａ、および５５Ｃで前もって示された画像を覆って描かれている。
【０２０３】
次に、９１０°Ｆ（４８８℃）でわずかに過時効させられた実験用組成物Ａのサンプルが、走査型透過電子顕微鏡法（ＳＴＥＭ）による検査のために選択された。箔サンプルは、最大１，８００，０００倍の倍率の透過電子（ＴＥ）およびＺコントラスト（ＺＣ、または原子番号コントラスト）画像を使用して検査された。図５６Ａは、組成物Ａの２０，０００倍の倍率のＺＣ画像を示す。析出物は、図５５Ａおよび図５５ＢのＳＥＭ画像に非常に類似して見えるが、しかしながら、析出物の針状性質は、ＳＴＥＭによってより良好

に視覚化されることができる。ＺＣ画像内の析出物のより明るい色は、析出物が基質より高い原子番号を伴う元素（または複数の元素）を含有することを示す。

【０２０４】

図５６Ｂは、組成物Ａの５０，０００倍の倍率のＺＣ画像である。図５６Ｃは、ＴＥ画像を使用することを除いて、５０，０００倍の倍率である。箔サンプルのオングストローム薄さの性質を用いると、高エネルギー電子は、箔を通過することができ、放射線写真（Ｘ線写真）に類似するＴＥ画像をもたらす。（ボックスによって囲まれた）図５６Ｃの一連の約６つの析出物は、ほぼ視認者に向かって指し示す軸で（端を前向きにして）配向されると考えられる。本観点は、析出物が扁平なロッドの形状であることを示唆する。

【０２０５】

Ｘ線回折（ＸＲＤ）による結晶構造

【０２０６】

次に、サンプルが、押出ロッドからＸＲＤ試験のために採取された。半径方向および横方向サンプルが採取され、ロッドの中間半径上で中心に置かれた。サンプルの１つのセットが、溶体化焼鈍のみされた一方で、サンプルの第２のセットは、溶体化焼鈍され、次いで、時効させられた。Ｘ線回折法（ＸＲＤ）が、これらのサンプルの結晶構造（原子配列）および格子パラメータ（原子間距離）を判定するために使用された。サンプルは、以下の表Ｅで識別される。再度、組成物Ｈがマンガンを有していないことに留意されたい。

【表Ｅ】

表Ｅ

識別番号	組成物	発生源	磁気引力距離 (cm)	SA 温度 (° F)	時効温度 (° F)
14	A	ロッド	1.7	1520(827℃)	-
6	A	ロッド	11.3	1475(802℃)	910(488℃)
15	E	ロッド	1.0	1400(760℃)	-
7	E	ロッド	9.5	1400(760℃)	910(488℃)
17	H	ロッド	0.0	1475(802℃)	-
16	H	ロッド	0.0	1475(802℃)	715(379℃)

【０２０７】

図５７は、サンプル１４および６（すなわち、組成物Ａ）を比較する。「Ｒ」は、半径方向サンプルを示し、「Ｔ」は、横方向サンプルを示す。Ｘ線スペクトルは、組成物Ａが溶体化焼鈍状態で約３．６オングストローム（Å）の格子パラメータを伴う面心立方（ＦＣＣ）構造を提示することを示した（左参照）。しかしながら、時効に応じて、新しいＦＣＣ相が、重量比で構造の１４～１５％を構成し、約６．１Åの格子パラメータを伴って明白であった。時効サンプル（サンプル６）は、図５７で矢印によってマークされた新しい相を示す、ピークを有する。新しい相のピーク位置は、母相から偏移させられるが、結晶面は、同一であり、格子パラメータのみが異なることを示す。

【０２０８】

図５８は、サンプル１５および７（すなわち、組成物Ｅ）を比較する。組成物Ｅもまた、溶体化焼鈍状態で約３．６Åの格子パラメータを伴うＦＣＣ構造を提示した（左参照）。組成物Ｅを時効させることに応じて、新しいＦＣＣ相が、重量比で構造の１０～１１％を構成し、約３．０Åの格子パラメータを伴って明白であった。時効サンプル（サンプル７）は、図５８で矢印によってマークされた新しい相を示す、ピークを有する。

【０２０９】

最終的に、図５９は、サンプル１７および１６を比較する。組成物Ｈは、溶体化焼鈍および時効状態の両方で約３．６オングストローム（Å）の格子パラメータを伴う面心立方（ＦＣＣ）結晶構造を提示した。換言すると、新しい相が時効後に存在しない。図５７－

５９に示されるスペクトルのペアでは、相、格子パラメータ、および相の割合は、ＲおよびＴ配向サンプルを比較したときに一貫していた。時効組成物ＡおよびＥにおいてＸＲＤによって識別される新しい相は、光学顕微鏡法、ＣＬＳＭ、ＳＥＭ、およびＳＴＥＭによって識別される幾何学的パターンにおける針状析出物に関係する。

【０２１０】

磁気引力距離（ＭＡＤ）

【０２１１】

組成物Ｈ、Ａ、およびＥのＭＡＤは、押出、溶体化焼鈍、ならびに時効状態で測定された。組成物Ｈは、スピノーダル硬化による時効が可能な非磁性合金（常に０ｃｍのＭＡＤ）である。図４１Ａは、押出されたまま、溶体化焼鈍、ならびに時効状態で組成物Ａの磁気引力距離（ＭＡＤ）を示す。ＭＡＤ値は、溶体化焼鈍状態から時効状態まで劇的に増加することが着目される。組成物Ａは、溶体化焼鈍状態で、若干磁性と考えられ（１．７～５．７ｃｍのＭＡＤ）、低いＹＳ、ＵＴＳ、および硬度を有し、時効状態で、より強磁性（３．２～１１．３ｃｍのＭＡＤ値）であり、増加したＹＳ、ＵＴＳ、および硬度を有する、１１％Ｍｎを伴う合金である。図４１Ｂは、押出されたまま、溶体化焼鈍、ならびに時効状態で組成物Ｅの磁気引力距離（ＭＡＤ）を示す。再度、ＭＡＤ値は、溶体化焼鈍状態から時効状態まで劇的に増加することが着目される。同様に、組成物Ｅは、溶体化焼鈍状態で、わずかに磁性と考えられ（１．０～１．４ｃｍのＭＡＤ）、低いＹＳ、ＵＴＳ、および硬度を有し、時効状態で、より強磁性（２．２～９．５ｃｍのＭＡＤ値）であり、増加したＹＳ、ＵＴＳ、および硬度を有する、５％Ｍｎを伴う合金である。

【０２１２】

微細構造および結晶構造観察の概要

【０２１３】

溶体化焼鈍された実験用組成物Ａ－Ｇおよび基準組成物ＨならびにＪの微細構造は、光学顕微鏡法によってオーステナイト系であることが観察され、ＸＲＤによってＦＣＣ結晶構造を有することが確認された。実験用組成物Ａ－Ｇは、完全溶体化焼鈍状態では弱磁性であった。基準組成物ＨおよびＪは、非磁性（０ｃｍのＭＡＤ）である。

【０２１４】

時効に応じて、実験用組成物Ｃおよび基準組成物ＨならびにＪは、オーステナイト系のままであった。同時に、組成物Ｃは、時効状態では弱磁性にすぎず、基準組成物ＨおよびＪは、時効状態では非磁性である。逆に、実験用組成物Ａ、Ｂ、Ｄ、Ｅ、Ｆ、およびＧは、時効状態で新しい粒内析出物を提示した。光学顕微鏡法および低倍率ＣＬＳＭによって、新しい析出物は、相互に対して６０°角度で配向され、幾何学的パターンを作成する、暗い色の線の３つのセットとして出現した。実験用組成物Ａ、Ｂ、Ｄ、Ｅ、Ｆ、およびＧは、時効状態で（ＭＡＤによって）著しく磁性である。

【０２１５】

ＣＬＳＭ、ＳＥＭ、およびＳＴＥＭにおける１，０００倍を上回る倍率では、新しい析出物の幾何学的パターンは、針状粒子で構成されることが観察された。ＳＴＥＭを使用した５０，０００倍の倍率では、針状粒子は、扁平なロッド形状のように見えた。本新しい析出物（相）の結晶構造は、ＸＲＤによってＦＣＣであることが確認された。新しい析出物のピーク位置は、母相の位置から偏移させられるが、結晶面は、同一であり（両方ともＦＣＣ）、格子パラメータが異なることを示す。

【０２１６】

Ｊ．Ｒ．Ｄａｖｉｓによって編集され、１９８２年にＡＳＭ Ｉｎｔｅｒｎａｔｉｏｎａｌによって出版された「ＡＳＭ Ｍａｔｅｒｉａｌｓ Ｅｎｇｉｎｅｅｒｉｎｇ Ｄｉｃｔｉｏｎａｒｙ」によると、「ウィドマンシュテッテン構造」は、「親固溶体のある結晶面に沿った新しい相の形成に起因する、幾何学的パターンによって特徴付けられる構造。新しい相における格子の配向は、母相における格子の配向に結晶学的に関連する。」として定義される。母相のＦＣＣ結晶構造と比較した、新しい相の幾何学的パターンおよびＦＣＣ結晶構造は、新しい相がウィドマンシュテッテンパターンで分布していることを示

唆する。「無」または「弱」磁性から著しく磁性までのＭＡＤによる磁気的挙動の増加はまた、時効状態で新しい粒内相の存在と一致し、新しい相が実験用組成物Ａ、Ｂ、Ｄ、Ｅ、Ｆ、およびＧの磁気的挙動に影響を及ぼすことを示唆する。

【０２１７】

２パーセントを上回るマンガン含有量を伴う組成物においてピークまたは過時効性質を発達させるとき、新しい析出物が顕著に存在する傾向がある。新しい析出物は、粒子内で（すなわち、粒内に）一様に分布するように見える。金属組織学の平面図では、明らかに結晶学に結び付けられる、「線」の３つの主要方向が見られる。中程度の倍率（＞１，０００倍）では、線の幾何学的パターンは、針状の棒の析出物から構成されることが示される。中程度の倍率では、針状析出物は、断面で若干卵形に見えるが、高い倍率（＞３０，０００倍）では、針状析出物の断面は、より多くの切子面があり、おそらく、長方形または平行四辺形であるように見える。断面では、析出物は、約１：１～約３：１の幅対厚さのアスペクト比を有する。析出物は、約９：１の長さ対厚さのアスペクト比を有する。析出物は、形状がプレートレット、回転楕円体、旋盤、または直方体ではないことに留意されたい。

実施例の第５のセット

【０２１８】

基本磁気的性質の特性評価は、振動サンプル磁気測定（ＶＳＭ）を使用して行われることができる。ＶＳＭ中に、磁場が、電磁石を使用して振動サンプルに印加され、サンプルの磁気モーメントが、ピックアップコイル内の誘導電圧から計算されることができる。サンプルの磁気ヒステリシス挙動は、磁場が最初に１つの方向に印加され、次いで、反対方向に逆転させられると、判定されることができる。磁気ヒステリシスループから導出される、いくつかの主要な性質は、（１）飽和における最大磁気モーメント、m_s、（２）「残留磁気」、m_r、すなわち、外部磁場が除去された後のサンプルの残留磁気モーメント（またはサンプルがその磁化を保つ能力）、および（３）「保磁性」、H_c、すなわち、サンプルを消磁するために要求される磁場強度または磁力である。直角度（m_r/m_s）およびスイッチング磁場分布（ＳＦＤ、$\Delta H/H_c$）等の他の磁気的特性が、これらの主要な性質から導出されてもよい。

【０２１９】

圧延プレートおよび押出ロッドが、両方とも時効状態で、ＭＡＤを使用して選別され、選択サンプルが、３つの配向でＶＳＭによって試験された。サンプルは、２つの形態（プレートおよびロッド）ならびに種々の処理パラメータで５つの組成物を表した。押出ロッドに関して、サンプルは、中間半径から生じ、３つの主要方向（長手方向、横方向、および半径方向）に適切に配向された。サンプル１－１３は、以下の表Ｆで識別される。「ＳＡ温度」は、溶体化焼鈍温度を指す。「ＣＲ」は、冷間圧延の割合を指す。

【表Ｆ】

表Ｆ

識別番号	組成物	形態	密度 (g/cc)	磁気引力距離 (cm)	SA 温度 (° F)	CR (%)	時効温度 (° F)
1	A	ロッド		9.7	1475 (802℃)	0	835 (446℃)
2	A	ロッド		9.5	1520 (827℃)	0	870 (466℃)
3	E	ロッド	8.78	9.5	1500 (816℃)	0	870 (466℃)
4	G	ロッド	8.62	8.5	1400 (760℃)	0	850 (454℃)
5	G	ロッド	8.65	8.5	1500 (816℃)	0	850 (454℃)
6	A	ロッド	8.61	11.3	1475 (802℃)	0	910 (488℃)
7	E	ロッド	8.78	9.5	1400 (760℃)	0	910 (488℃)
8	A	プレート	8.66	8.8	1525 (829℃)	0	900 (482℃)
9	A	プレート	8.61	6.7	1525 (829℃)	21	800 (427℃)
10	D	プレート	8.23	6.9	1400 (760℃)	21	800 (427℃)
11	E	プレート	8.83	7.3	1525 (829℃)	21	900 (482℃)
12	F	プレート	8.17	7.6	1400 (760℃)	21	800 (427℃)
13	A	プレート		7.2	1525 (829℃)	37	900 (482℃)

【０２２０】

図４２は、形態別（ロッド／プレート）および組成物別の両方で編成された磁気引力距離を示す、棒グラフである。ここで見られるように、概して、ロッド形態は、プレート形態よりも高い磁気引力距離を有した。

【０２２１】

ヒステリシスループは、長手方向、横方向、および垂直（半径方向）配向で、極めて類似した。簡単にするために、横方向配向のデータのみが提示されている。図４３は、各サンプルの磁場強度（Ｈ、エルステッド単位）と対比した磁気モーメント（ｍ、ｅｍｕ単位）、すなわち、形態（ロッド対プレート）別にカテゴリ化されたヒステリシス曲線を示す、グラフである。全てのサンプルが、測定可能な磁気的挙動を提示し、磁力（印加される磁場）を逆転させるときに、エネルギーがほとんど失われないことを示唆する、狭いヒステリシスループを示した。

【０２２２】

主要な磁気的性質を示す頻用されている方法は、ヒステリシスループの第２の象限のみをプロットすることである。本象限内のデータは、材料の「減磁曲線」と呼ばれ、材料の残留磁気および保磁性の基本的性質情報を含有する。残留磁気または残留磁気モーメント（m_r）は、曲線がｙ軸を横断する場所であり、保磁性（H_c）は、曲線がｘ軸を横断する場所の絶対値である。図４４は、形態（ロッド対プレート）別に分離されたサンプルの

減磁曲線を示す、２つのグラフのセットである。以下の表Ｇは、他の主要な性質とともに、（サンプル形態および処理に関係なく）５つの組成物（「Ｃｏｍｐ」）のそれぞれからの最高残留磁気が試験された、１つのサンプルの横方向配向における磁気的性質を列挙する。「m_s」は、飽和における最大磁気モーメントである。「ＳＱ」は、直角度である。「シグマ」は、単位質量あたりの飽和における最大磁気モーメントである。「ＳＦＤ」は、スイッチング磁場分布である。「ＭＡＤ」は、関連付けられる磁気引力距離である。

【表Ｇ－１】

表G.

Comp	識別番号	形態	m_r (emu)	H_c (Oe)	m_s (emu)	SQ (m_r／m_s)	シグマ (emu／g)	SFD (ΔH／H_c)	MAD (cm)
A	8	プレート	0.5087	117.9	1.406	0.3619	8.688	0.7896	8.8
D	10	プレート	0.1679	167.8	0.6299	0.2666	6.644	0.8043	6.9
E	7	ロッド	0.2185	142.9	0.5912	0.3696	5.010	0.7354	9.5
F	12	プレート	0.2069	197.8	0.6797	0.3044	6.247	0.7601	7.6
G	4	ロッド	0.2309	125.4	0.6567	0.3516	4.800	0.7646	8.5

【０２２３】

図４５－５０は、３つ全ての配向（長手方向、半径方向、および横方向）における表Ｆに列挙されるサンプルの種々の測定を示す、棒グラフである。図４５は、サンプルの残留磁気または残留磁気モーメント（m_r）を示す棒グラフである。値は、約０．１ｅｍｕ～約０．６ｅｍｕに及んだ。図４６は、サンプルの保磁性（H_c）を示す棒グラフである。値は、約４５エルステッド～約２１０エルステッドに及んだ。図４７は、サンプルの飽和における最大磁気モーメント（m_s）を示す棒グラフである。値は、約０．４ｅｍｕ～約１．５ｅｍｕに及んだ。図４８は、サンプルの直角度を示す棒グラフである。値は、約０．１～約０．５に及んだ。図４９は、サンプルのシグマを示す棒グラフである。値は、約４．５ｅｍｕ／ｇ～約９．５ｅｍｕ／ｇに及んだ。図５０は、サンプルのスイッチング磁場分布（ΔＨ／Ｈｃ）を示す棒グラフである。値は、約０．３～約１．０に及んだ。

【０２２４】

キュリー温度データ

【０２２５】

ＶＳＭはまた、プレートおよびロッドサンプルのキュリー温度を判定するためにも使用された。キュリー温度は、強磁性材料が常磁性になる温度である。熱磁気試験前に、サンプルは、長手軸において７２キロエルステッド（ｋＯｅ）の高磁場内で磁化された。各サンプルが、減圧または不活性保護環境内に置かれた一方で、サンプルは、長手方向に印加された＋１０ｋＯｅ磁場内で室温から１６５０°Ｆ（８９９℃）まで加熱された。磁化（Ｍ）は、温度（Ｔ）の関数として記録された。結果として生じるＭ－Ｔ熱磁気曲線は、キュリー温度を推定するために使用された。キュリー温度の誤差は、最大±４０°Ｆ（２２℃）である。推定キュリー温度の表が、表Ｇに示されている。サンプル１０および１２（それぞれ、組成物ＤおよびＦプレートサンプル）は、試験中に融解したことに留意されたい。

【表Ｇ－２】

表Ｇ

識別番号	組成物	形態	推定キュリー温度、°Ｆ
6	A	ロッド	174(79℃)
8	A	プレート	176(80℃)
9	A	プレート	176(80℃)
10	D*	プレート	203(95℃)
3	E	ロッド	176(80℃)
7	E	ロッド	172(78℃)
11	E	プレート	162(72℃)
12	F*	プレート	203(95℃)
4	G	ロッド	189(87℃)
5	G	ロッド	172(78℃)

*試験中に融解したサンプル

実施例の第６のセット

【０２２６】

いくつかの銅ニッケルスズマンガンコバルト合金が、作製された。以下で表Ｈに列挙されるように、２つのコバルト含有合金は、鋳放し状態で磁性であることが見出された。したがって、コバルトの存在は、磁性に悪影響をもたらさなかった。

【表Ｈ】

表H.

組成物	Cu(重量%)	Ni(重量%)	Sn(重量%)	Mn(重量%)	Co(重量%)	磁性？
F	65	9	6	20	0	はい
F6	68	9	3	20	13	はい
F7	68	8	4	20	1	はい

実施例の第７のセット

【０２２７】

２つの組成物の選択された時効サンプルが、強力な希土類磁石の存在下で熱処理された。そうする際に、材料は、一様な磁場内で熱処理される。本プロセスは、高温で磁区（ｍａｇｎｅｔｉｃ　ｄｏｍａｉｎ）の配向を補強し、それによって、室温で磁気的性質を増進すると考えられる。サンプルは、３０００ガウスの一様な磁場と平行に配向された。サンプルは、加熱され、約２０分にわたって保持され、次いで、室温までゆっくりと冷却された。サンプルは、次いで、ＶＳＭを使用して長手方向配向で試験された。

【０２２８】

磁気処理が規定されたとき、２つの処理、すなわち、磁場が上記で説明されるように印加された１つの処理と、磁場が印加されなかった１つの処理とが、各組成物に行われた。熱処理条件は、個別のキュリー温度を下回る、および上回る、ならびにいくつかの高温におけるものを含んだ。サンプル識別番号１２は、比較的高いm_s、m_r、およびH_cを有し、また、非常に高いＭｎ濃度も有した、組成物Ｆで作製された。サンプル識別番号１３は、中程度に高いH_cおよび中程度のＭｎ濃度を有した、組成物Ａで作製された。個別のキュリー温度を約１２０°Ｆ（６７℃）下回る、および約３００°Ｆ（１６７℃）上回る、ならびに約２１２°Ｆ（１００℃）、約３４５°Ｆ（１７４℃）、および約５７０°Ｆ（２６０℃）における、熱処理条件では、磁気的性質の非常にわずかな差異（約０～１２

％変化）が、印加された磁場内で処理されたものと、印加された磁場を伴わずに処理されたものとの間で見出された。約９３０°Ｆ（４９９℃）で熱処理した後、変化が、処理前状態と比較すると、（磁場なしで）熱処理されたサンプルおよび磁場内で熱処理されたサンプルの両方に関して、磁気的性質で着目された。結果は、表Ｉに示されている。
【表Ｉ】

表I.

識別番号	組成物	磁場？	m_rの変化	m_sの変化	H_cの変化
12	F	いいえ	−93%	−83%	−75%
12	F	はい	−97%	−72%	−90%
13	A	いいえ	−82%	−25%	−81%
13	A	はい	−54%	−12%	−66%

【０２２９】
ここで見られるように、磁気特性は、処理温度のみによって有意に減退させられた。組成物Ａに関して、磁気的性質は、処理前状態と比較して、磁場が印加されないと、より大きい変化を提示し、磁場が印加されると、より小さい変化を提示する。結果は、組成物Ｆに関して混合されている。これは、結晶構造の熱変化が起こっていることを示唆する。したがって、合金の磁気的性質は、合金組成ならびに製造中の温度および磁場の存在の関数であることができる。
【０２３０】
これはまた、本開示の磁性銅合金が熱支援磁気記録（ＨＡＭＲ）に好適であり得ることも示唆する。ＨＡＭＲでは、熱源が、記録ヘッドの印加される磁場を下回って保磁性を低減させるように、記録媒体（ディスク）に瞬間的に印加される。これは、記憶媒体上でより高い異方性およびより小さい粒子を可能にする。次いで、加熱されたゾーンは、印加される磁場の配向の存在下で急速に冷却され、記録されたデータを符号化する。熱源、典型的には、レーザは、ヘッドの磁場が媒体内で粒子の配向を「切り替える」ことを可能にするように、書込プロセス中にヘッドの直前でちょうど十分な熱を発生させる。
【０２３１】
本開示は、例示的実施形態を参照して説明されている。明白に、修正および改変が、先行する詳細な説明を読んで理解することに応じて、他者に想起され得る。本開示は、添付の請求項たはそれらの均等物の範囲内に入る限りにおいて、全てのそのような修正および改変を含むものとして解釈されることが意図される。
【０２３２】
本発明の好ましい実施形態において、例えば、以下が提供される。
（項１）
磁性銅合金であって、
ニッケル、スズ、マンガン、および残余成分としての銅を含み、
前記合金は、磁性である、
磁性銅合金。
（項２）
約８重量％～約１６重量％ニッケルと、約５重量％～約９重量％スズと、約１重量％～約２１重量％マンガンとを含有する、上記項１に記載の磁性銅合金。
（項３）
約１４重量％～約１６重量％ニッケルと、約７重量％～約９重量％スズと、約１重量％～約２１重量％マンガンとを含有する、上記項１に記載の磁性銅合金。
（項４）
約４重量％～約１２重量％マンガンを含有する、上記項３に記載の磁性銅合金。
（項５）

約８重量％～約１０重量％ニッケルと、約５重量％～約７重量％スズと、約１重量％～約２１重量％マンガンとを含有する、上記項１に記載の磁性銅合金。
（項６）
約４重量％～約２１重量％マンガンを含有する、上記項５に記載の磁性銅合金。
（項７）
約１０重量％～約１２重量％ニッケルと、約５重量％～約７重量％スズと、約１重量％～約２１重量％マンガンとを含有する、上記項１に記載の磁性銅合金。
（項８）
前記磁性合金は、少なくとも１．１００、または少なくとも１．５００、もしくは少なくとも１．９００の比透磁率（μ_r）を有する、上記項１に記載の磁性銅合金。
（項９）
前記磁性合金は、導電性である、上記項１に記載の磁性銅合金。
（項１０）
前記磁性合金は、少なくとも６０、少なくとも７０、または少なくとも８０、もしくは少なくとも９０のロックウェル硬度Ｂ（ＨＲＢ）を有する、上記項１に記載の磁性銅合金。
（項１１）
前記磁性合金は、少なくとも２５、少なくとも３０、または少なくとも３５のロックウェル硬度Ｃ（ＨＲＣ）を有する、上記項１に記載の磁性銅合金。
（項１２）
前記磁性合金は、少なくとも１．１００の比透磁率（μ_r）と、少なくとも６０のロックウェル硬度Ｂ（ＨＲＢ）とを有する、上記項１に記載の磁性銅合金。
（項１３）
前記磁性合金は、少なくとも１．１００の比透磁率（μ_r）と、少なくとも２５のロックウェル硬度Ｃ（ＨＲＣ）とを有する、上記項１に記載の磁性銅合金。
（項１４）
少なくとも５重量％のマンガン含有量を有し、
前記合金を鋳造するステップと、
約１４００°Ｆ（７６０℃）～約１７００°Ｆ（９２７℃）の温度で約４時間～約１６時間の時間周期にわたって前記合金を均質化し、次いで、水焼入するステップと、
によって形成される、
上記項１に記載の磁性銅合金。
（項１５）
前記合金はさらに、約１５００°Ｆ（８１６℃）～約１６００°Ｆ（８７１℃）の温度で約８時間～約１２時間の時間周期にわたる第２の均質化、次いで、水焼入によって形成される、上記項１４に記載の磁性銅合金。
（項１６）
前記合金はさらに、水焼入に先立って前記合金を約４０％～約６０％縮小まで熱間据込鍛造するステップによって形成される、上記項１４に記載の磁性銅合金。
（項１７）
少なくとも５重量％のマンガン含有量を有し、
前記合金を鋳造するステップと、
約１５００°Ｆ（８１６℃）～約１７００°Ｆ（９２７℃）の温度で約５時間～約７時間の時間周期にわたって前記合金を均質化し、次いで、空冷するステップと、
によって形成される、
上記項１に記載の磁性銅合金。
（項１８）
前記合金は、
続いて、約１４００°Ｆ（７６０℃）～約１６００°Ｆ（８７１℃）の温度で約１時間～約３時間の時間周期にわたって前記均質化合金を溶体化焼鈍し、次いで、水焼入するステ

ップと、
約７５０°Ｆ（３９９℃）～約１２００°Ｆ（６４９℃）の温度で約２時間～約４時間の時間周期にわたって前記焼鈍合金を時効させ、次いで、空冷するステップと、
によって形成される、
上記項１７に記載の磁性銅合金。
（項１９）
少なくとも５重量％のマンガン含有量を有し、
前記合金を鋳造するステップと、
約１５００°Ｆ（８１６℃）～約１７００°Ｆ（９２７℃）の第１の温度で約５時間～約７時間の第１の時間周期にわたって前記合金を均質化し、次いで、空冷するステップと、
約１４００°Ｆ（７６０℃）～約１６００°Ｆ（８７１℃）の温度で約１時間～約３時間の時間周期にわたって前記合金を加熱するステップと、
前記合金を熱間圧延して約６５％～約７０％の縮小を達成するステップと、
約１４００°Ｆ（７６０℃）～約１６００°Ｆ（８７１℃）の温度で約４時間～約６時の時間周期にわたって前記合金を溶体化焼鈍するステップと、
炉冷または水焼入のいずれかによって、前記焼鈍合金を冷却するステップと、
によって形成される、
上記項１に記載の磁性銅合金。
（項２０）
前記合金はさらに、約７５０°Ｆ（３９９℃）～約８５０°Ｆ（４５４℃）の温度で約１時間～約２４時間の時間周期にわたって前記合金を時効させ、次いで、空冷するステップによって、形成される、上記項１９に記載の磁性銅合金。
（項２１）
少なくとも５重量％のマンガン含有量を有し、
前記合金を鋳造するステップと、
約１２００°Ｆ（６４９℃）～約１７００°Ｆ（９２７℃）の温度で約４時間～約２２時間の時間周期にわたって前記合金を均質化するステップと、
約１４００°Ｆ（７６０℃）～約１６００°Ｆ（８７１℃）の温度で約１時間～約３時間の時間周期にわたって前記合金を加熱し、熱間圧延して約６５％～約７０％の縮小を達成するステップと、
約１２００°Ｆ（６４９℃）～約１６００°Ｆ（８７１℃）の温度で約１時間～約３時間の時間周期にわたって前記合金を溶体化焼鈍し、次いで、水焼入するステップと、
によって形成される、
上記項１に記載の磁性銅合金。
（項２２）
約８重量％～約１２重量％のニッケル含有量と、約５重量％～約７重量％のスズ含有量とを有する、上記項２１に記載の磁性銅合金。
（項２３）
前記合金はさらに、約７５０°Ｆ（３９９℃）～約１２００°Ｆ（６４９℃）の温度で約２時間～約４時間の時間周期にわたって前記合金を時効させ、次いで、空冷するステップによって処理される、上記項２１に記載の磁性銅合金。
（項２４）
前記合金はさらに、前記合金を冷間圧延して約２０％～約４０％の縮小を達成するステップによって処理される、上記項２１に記載の磁性銅合金。
（項２５）
前記合金はさらに、約７５０°Ｆ（３９９℃）～約１２００°Ｆ（６４９℃）の温度で約２時間～約４時間の時間周期にわたって前記合金を時効させ、次いで、空冷するステップによって処理される、上記項２４に記載の磁性銅合金。
（項２６）
少なくとも７重量％のマンガン含有量を有し、

前記合金を鋳造するステップと、
約１２００°Ｆ（６４９℃）～約１７００°Ｆ（９２７℃）の第１の温度で約５時間～約２２時間の第１の時間周期にわたって前記合金を均質化し、次いで、空冷するステップと、
約１２００°Ｆ（６４９℃）～約１６００°Ｆ（８７１℃）の温度で約４時間またはより長い時間周期にわたって前記合金を加熱するステップと、
前記合金を押出して約６６％～約９０％の縮小を達成するステップと、
によって形成される、
上記項１に記載の磁性銅合金。
（項２７）
前記合金はさらに、約１２００°Ｆ（６４９℃）～約１７００°Ｆ（９２７℃）の温度で約１時間～約３時間の時間周期にわたって前記合金を溶体化焼鈍し、次いで、水焼入するステップによって形成される、上記項２６に記載の磁性銅合金。
（項２８）
前記合金は、
前記合金を鋳造するステップと、
約１２００°Ｆ（６４９℃）～約１７００°Ｆ（９２７℃）の第１の温度で約５時間～約２２時間の第１の時間周期にわたって前記合金を均質化し、次いで、空冷するステップと、
約１２００°Ｆ（６４９℃）～約１６００°Ｆ（８７１℃）の温度で約４時間またはより長い時間周期にわたって前記合金を加熱するステップと、
前記合金を押出して約６６％～約９０％の縮小を達成するステップと、
約１２００°Ｆ（６４９℃）～約１７００°Ｆ（９２７℃）の温度で約１時間～約３時間の時間周期にわたって前記合金を溶体化焼鈍し、次いで、焼入するステップと、
随意に、前記合金を冷間加工して約２０％～約４０％の縮小を達成するステップと、
約６００°Ｆ（３１６℃）～約１２００°Ｆ（６４９℃）の温度で約１時間～約４時間の時間周期にわたって前記合金を時効させ、次いで、空冷するステップと、
によって形成される、
上記項１に記載の磁性銅合金。
（項２９）
前記合金は、鋳放し形態で磁性である、上記項１に記載の磁性銅合金。
（項３０）
時効状態における前記合金は、溶体化焼鈍状態におけるよりも高い磁気引力距離を提示する、上記項１に記載の磁性銅合金。
（項３１）
前記合金は、約２０ｋｓｉ（１３８ＭＰａ）～約１４０ｋｓｉ（９６５ＭＰａ）の０．２％オフセット降伏強度を有する、上記項１に記載の磁性銅合金。
（項３２）
前記合金は、約６０ｋｓｉ（４１４ＭＰａ）～約１５０ｋｓｉ（１０３４ＭＰａ）の最大引張強度を有する、上記項１に記載の磁性銅合金。
（項３３）
前記合金は、約４％～約７０％の引張伸長を有する、上記項１に記載の磁性銅合金。
（項３４）
前記合金は、少なくとも６０のロックウェルＢ硬度または少なくとも２５のロックウェルＣ硬度を有する、上記項１に記載の磁性銅合金。
（項３５）
前記合金は、約２０ｋｓｉ（１３８ＭＰａ）～約１４０ｋｓｉ（９６５ＭＰａ）の０．２％オフセット降伏強度と、約６０ｋｓｉ（４１４ＭＰａ）～約１５０ｋｓｉ（１０３４ＭＰａ）の最大引張強度と、約４％～約７０％の引張伸長とを有する、上記項１に記載の磁性銅合金。

（項３６）
前記合金は、約０．５センチメートル～約１１．５センチメートルの磁気引力距離を有する、上記項１に記載の磁性銅合金。
（項３７）
前記合金は、少なくとも６センチメートルの磁気引力距離を有する、上記項１に記載の磁性銅合金。
（項３８）
前記合金は、少なくとも０．４ｅｍｕの飽和にある最大磁気モーメントを有する、上記項１に記載の磁性銅合金。
（項３９）
前記合金は、少なくとも１００エルステッドの保磁性を有する、上記項１に記載の磁性銅合金。
（項４０）
前記合金は、１００エルステッド未満の保磁性を有する、上記項１に記載の磁性銅合金。
（項４１）
前記合金は、ニッケル、スズ、およびマンガンを溶融銅バッチに添加するステップによって形成され、前記合金は、銅、ニッケル、スズ、およびマンガンの混合物を形成し、次いで、前記混合物を融解させるステップによって形成される、上記項１に記載の磁性銅合金。
（項４２）
前記合金はさらに、最大約１５重量％の量でコバルトを含む、上記項１に記載の磁性銅合金。
（項４３）
その中にニッケル、スズ、およびマンガンを含有する、大部分が銅のマトリクスの形態のＣｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金。
（項４４）
前記大部分が銅のマトリクスはまた、ニッケルと、マンガンとを含有する、上記項４３に記載のＣｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金。
（項４５）
前記合金は、約８重量％～約１６重量％ニッケルと、約５重量％～約９重量％スズと、約１重量％～約２１重量％マンガンとを含有する、上記項４３に記載のＣｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金。
（項４６）
その中にウィドマンシュテッテン構造を含有する、Ｃｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金。
（項４７）
前記ウィドマンシュテッテン構造は、析出物の３本の線によって形成され、前記３本の線は、相互に対して約６０°角度で配向される、上記項４６に記載のＣｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金。
（項４８）
長軸と垂直に観察されたときに、４：１～２０：１のアスペクト比を伴う析出物を含有する、Ｃｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金。
（項４９）
断面で観察されたときに、１：１～４：１のアスペクト比を伴う析出物を含有する、Ｃｕ－Ｎｉ－Ｓｎ－Ｍｎ合金。
（項５０）
上記項１～４９のいずれか１項に記載の磁性銅合金から形成される物品。
（項５１）
前記物品は、ストリップ、ロッド、管、ワイヤ、バー、プレート、形状、もしくはばねである、または磁気シールド、磁気スイッチリレー、磁気センサの構成要素、もしくは磁

性材料の間のセパレータ、または導電性ばね、もしくは音響減衰デバイスである、またはストリップ、ワイヤ、薄膜、温度もしくは位置制御デバイスである、上記項５０に記載の物品。
（項５２）
上記項１４～２８または４１のいずれか１項に記載のステップで説明されるような磁性銅合金を形成するためのプロセス。
（項５３）
上記項１４～２８のいずれか１項に記載のステップで説明されるような前記合金を処理し、物品を取得するステップを含む、磁性銅合金から物品を作製するためのプロセス。
【誤訳訂正３】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図９
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図９】

FIG. 9

材料	鋳放し	均質化					2ステップ均質化	均質化＋熱間据込鍛造（約50%縮小）			
		1630°F, (888℃) 6時間＋WQ	1580°F, (860℃) 6時間＋WQ	1525°F, (829℃) 10時間＋WQ	1450°F, (788℃) 10時間＋WQ	1450°F, (788℃) 14時間＋WQ	1450°F, 14時間＋WQ, ＋ 1525°F, 10時間＋WQ	1630°F, (888℃) 6時間＋HU＋WQ	1580°F, (860℃) 6時間＋HU＋WQ	1525°F, (829℃) 10時間＋HU＋WQ	1450°F, (788℃) 10時間＋HU＋WQ
A	はい	わずか	いいえ	いいえ	わずか	いいえ／わずか	いいえ	わずか	いいえ	わずか	はい
B	はい	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	-	-	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ
C	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	-	-	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ
D	はい	はい	はい	わずか	いいえ	いいえ／わずか	いいえ／わずか	はい	はい	わずか	わずか
E	はい	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	-	-	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ
F	はい	はい	はい	はい	わずか	いいえ	はい	はい	はい	はい	わずか
G	はい	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ
H	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	-	-	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ

【誤訳訂正４】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図１０
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図１０】

FIG. 10

材料	均質化			均質化＋溶体化焼鈍		均質化＋溶体化焼鈍＋時効					
	1580°F, (860℃) 6時間+AC	1540°F, (838℃) 6時間+AC	1375°F, (746℃) 16時間+AC	SA 1525°F, (829℃) 2時間+WQ	SA 1400°F, (760℃) 2時間+WQ	時効 600°F, (316℃) 3時間+AC	時効 700°F, (371℃) 3時間+AC	時効 800°F, (427℃) 3時間+AC	時効 900°F, (482℃) 3時間+AC	時効 981°F, (527℃) 3時間+AC	時効 1100°F, (593℃) 3時間+AC
A	-	はい	-	いいえ	-	いいえ	いいえ	はい	はい	はい	はい
B	いいえ	-	-	いいえ	-	いいえ	いいえ	わずか	はい	はい	わずか
C	いいえ	-	-	いいえ	-	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ
D	-	-	いいえ	-	いいえ	いいえ	いいえ	はい	はい	はい	はい
E	いいえ	-	-	いいえ	-	いいえ	いいえ	はい	はい	はい	はい
F	-	-	いいえ	-	いいえ	いいえ	いいえ	はい	はい	はい	はい
G	-	-	いいえ	-	いいえ	いいえ	いいえ	はい	はい	はい	はい
H	いいえ	-	-	いいえ	-	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ

【誤訳訂正５】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図１１

【訂正方法】変更
【訂正の内容】
【図１１】

FIG. 11

材料	均質化＋熱間圧延（約67%総縮小） 1580°F, 6時間, (860℃) AC + 1525°F, 2 (829℃) 時間 + HR + 1525°F, 30分 (829℃) 再加熱 + HR	均質化＋熱間圧延＋溶体化焼鈍		均質化＋熱間圧延＋溶体化焼鈍＋時効					
		SA 1525°F, (829℃) 5時間 +Fce Cool	SA 1525°F, (829℃) 5時間 +WQ*	時効 800°F, 1 (427℃) 時間+AC	時効 800°F, 2 (427℃) 時間 +AC	時効 800°F, (427℃) 4時間 +AC	時効 800°F, 8 (427℃) 時間 +AC	時効 800°F, (427℃) 16時間 +AC	時効 800°F, (427℃) 24時間 +AC
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	いいえ	わずか	わずか	いいえ／わずか	わずか／はい	はい	わずか／はい	はい	はい
C	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ
D	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E	わずか	はい	はい	わずか	はい	はい	はい	はい	はい
F	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G	わずか	はい	はい	いいえ／わずか	はい	はい	はい	はい	はい
H	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ

【誤訳訂正６】
【訂正対象書類名】図面

【訂正対象項目名】図１２
【訂正方法】変更
【訂正の内容】
【図１２】

FIG. 12

材料	均質化＋HR＋溶体化焼鈍	均質化＋熱間圧延＋溶体化焼鈍＋時効					
	種々	時効 600°F, 3 (316℃) 時間 +AC	時効 700°F, 3 (371℃) 時間 +AC	時効 800°F, 3 (427℃) 時間 +AC	時効 900°F, 3 (482℃) 時間 +AC	時効 1000°F, 3 (538℃) 時間 +AC	時効 1100°F, 3 (593℃) 時間 +AC
A	いいえ	いいえ	いいえ	はい	はい	はい	はい
B	いいえ	いいえ	いいえ	はい	はい	はい	わずか
C	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ
D	はい	はい	はい	はい	はい	はい	はい
E	いいえ	わずか	いいえ	はい	はい	はい	はい
F	はい	はい	はい	はい	はい	はい	はい
G	はい	はい	はい	はい	はい	はい	はい
H	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ

【誤訳訂正７】

【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図１３
【訂正方法】変更
【訂正の内容】
【図１３】

FIG. 13

材料	均質化＋HR＋SA＋冷間圧延		均質化＋熱間圧延＋溶体化焼鈍＋冷間圧延＋時効（21%CR）					
	21% CR（「1／2H」）	37% CR（「H」）	時効 600°F, (316℃) 3時間 +AC	時効 700°F, (371℃) 3時間 +AC	時効 800°F, (427℃) 3時間 +AC	時効 900°F, (482℃) 3時間 +AC	時効 1000°F, (538℃) 3時間 +AC	時効 1100°F, (593℃) 3時間 +AC
A	いいえ	いいえ	わずか	はい	はい	はい	はい	はい
B	いいえ	いいえ	いいえ	わずか	はい	はい	はい	わずか
C	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ
D	はい	はい	はい	はい	はい	はい	はい	はい
E	いいえ	いいえ	わずか	はい	はい	はい	はい	はい
F	はい	わずか	はい	はい	はい	はい	はい	はい
G	わずか	わずか	はい	はい	はい	はい	はい	はい
H	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ

【誤訳訂正８】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図１４

【訂正方法】変更
【訂正の内容】
【図１４】

FIG. 14

材料	均質化＋熱間圧延＋溶体化焼鈍＋冷間圧延＋時効（37％ CR）					
	時効 600°F, (316℃) 3時間 +AC	時効 700°F, (371℃) 3時間 +AC	時効 800°F, (427℃) 3時間 +AC	時効 900°F, (482℃) 3時間 +AC	時効 1000°F, (538℃) 3時間 +AC	時効 1100°F, (593℃) 3時間 +AC
A	わずか	はい	はい	はい	はい	はい
B	いいえ	はい	はい	はい	はい	わずか
C	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ
D	はい	はい	はい	はい	はい	はい
E	わずか	はい	はい	はい	はい	はい
F	はい	はい	はい	はい	はい	はい
G	はい	はい	はい	はい	はい	はい
H	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ

【誤訳訂正９】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図１５
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図１５】

FIG. 15

材料	均質化＋押出(88%)	均質化＋押出＋溶体化焼鈍							
	種々	SA 1295°F, (702℃) 2時間+WQ	SA 1335°F, (724℃) 2時間+WQ	SA 1385°F, (752℃) 2時間+WQ	SA 1400°F, (760℃) 2時間+WQ	SA 1430°F, (777℃) 2時間+WQ	SA 1480°F, (804℃) 2時間+WQ	SA 1520°F, (827℃) 2時間+WQ	SA 1570°F, (854℃) 2時間+WQ
A	はい	はい	はい	はい	-	はい	わずか	いいえ	いいえ
B	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	-	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ
C	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	-	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ
D	はい	はい	はい	わずか／はい	-	わずか	わずか	いいえ	いいえ
E	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ
F	はい	はい	わずか	わずか／はい	-	わずか	わずか	いいえ	いいえ
G	いいえ	はい	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ
H	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	-	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ
J	いいえ	-	-	-	いいえ	-	-	-	-

【誤訳訂正１０】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図１６
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図１６】

FIG. 16

材料	鋳放し	均質化						2ステップ均質化	均質化＋熱間据込鍛造（約50%縮小）				
		1630°F, (888℃) 6時間＋WQ	1580°F, (860℃) 6時間＋WQ	1525°F, (829℃) 10時間＋WQ	1450°F, (788℃) 10時間＋WQ	1450°F, (788℃) 14時間＋WQ		1450°F, 14 (788℃) 時間＋WQ, ＋ 1525°F, 10 (829℃) 時間＋WQ	1630°F, (888℃) 6時間＋HU＋WQ	1580°F, (860℃) 6時間＋HU＋WQ	1525°F, (829℃) 10時間＋HU＋WQ	1450°F, (788℃) 10時間＋HU＋WQ
A	> 1.999	1.005	1.004	1.005	1.029							
B	> 1.999	1.005	1.005	1.003	1.000							
C	1.000	1.005	1.005	1.000	1.001							
D	> 1.999	> 1.999	> 1.999	1.025	1.004							
E	> 1.999	1.005	1.001	1.001	1.002							
F	> 1.999	> 1.999	> 1.999	1.054	1.002							
G	> 1.999	1.004	1.004	1.002	1.002							
H	1.005	1.005	1.005	1.000	1.000							

【誤訳訂正１１】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図１７
【訂正方法】変更

【訂正の内容】
【図１７】

FIG. 17

材料	均質化			均質化＋溶体化焼鈍		均質化＋溶体化焼鈍＋時効					
	1580°F, (860℃) 6時間+AC	1540°F, (838℃) 6時間+AC	1375°F, (746℃) 16時間+AC	SA 1525°F, (829℃) 2時間+WQ	SA 1400°F, (760℃) 2時間+WQ	時効 600°F, (316℃) 3時間+AC	時効 700°F, (371℃) 3時間+AC	時効 800°F, (427℃) 3時間+AC	時効 900°F, (482℃) 3時間+AC	時効 981°F, (527℃) 3時間+AC	時効 1100°F, (593℃) 3時間+AC
A	N/A	N/A	N/A	1.006	-	1.007	1.042	1.430	1.990	1.590	1.450
B	N/A	N/A	N/A	1.001	-	1.001	1.006	1.185	1.145	1.029	1.007
C	N/A	N/A	N/A	1.000	-	1.001	1.001	1.000	1.001	1.001	1.001
D	N/A	N/A	N/A	-	1.004	1.005	1.045	1.310	> 1.999	1.524	1.950
E	N/A	N/A	N/A	1.001	-	1.001	1.017	1.162	1.900	1.630	1.895
F	N/A	N/A	N/A	-	1.003	1.004	1.021	1.333	1.666	1.230	1.985
G	N/A	N/A	N/A	-	1.001	1.003	1.020	1.236	> 1.999	1.885	1.925
H	N/A	N/A	N/A	1.000	-	1.001	1.000	1.001	1.001	1.000	1.000

【誤訳訂正１２】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図１８
【訂正方法】変更

【訂正の内容】
【図１８】

FIG. 18

材料	均質化＋熱間圧延（約67%総縮小） 1580°F, 6時間,AC (860℃) + 1525°F, 2時間+ (829℃) HR + 1525°F, 30分 再加熱＋HR	均質化＋熱間圧延＋溶体化焼鈍 SA 1525°F, 5時間+Fce Cool (829℃)	SA 1525°F, 5時間+WQ* (829℃)	均質化＋熱間圧延＋溶体化焼鈍*＋時効 時効 800°F, 1時間+AC (427℃)	時効 800°F, 2時間+AC (427℃)	時効 800°F, 4時間+AC (427℃)	時効 800°F, 8時間+AC (427℃)	時効 800°F, 16時間+AC (427℃)	時効 800°F, 24時間+AC (427℃)
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B				1.025	1.067	1.524	1.551	1.449	1.973
C				1.001	1.001	1.002	1.002	1.002	1.002
D	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E				1.115	1.242	1.915	1.978	1.480	1.694
F	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G				1.103	1.485	1.034	1.862	1.278	1.125
H				1.001	1.001	1.001	1.001	1.001	1.001

【誤訳訂正１３】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図１９
【訂正方法】変更

【訂正の内容】
【図１９】

FIG. 19

材料	均質化＋HR＋＋溶体化焼鈍	均質化＋熱間圧延＋溶体化焼鈍＋時効					
	種々	時効 600°F, (316℃) 3時間 +AC	時効 700°F, (371℃) 3時間 +AC	時効 800°F, (427℃) 3時間 +AC	時効 900°F, (482℃) 3時間 +AC	時効 1000°F, (538℃) 3時間 +AC	時効 1100°F, (593℃) 3時間 +AC
A	1.007	1.013	1.029	1.684	> 1.999	> 1.999	1.679
B	1.000	1.003	1.009	1.256	1.234	1.015	1.002
C	1.001	1.001	1.001	1.001	1.001	1.001	1.001
D	1.159	1.118	1.206	1.243	1.371	1.856	1.763
E	1.001	1.003	1.012	1.217	1.281	1.903	1.750
F	1.049	1.054	1.326	1.402	1.485	1.649	> 1.999
G	1.167	1.245	1.096	1.620	> 1.999	1.736	1.795
H	1.000	1.002	1.001	1.000	1.000	1.001	1.000

【誤訳訂正１４】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図２０
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図２０】

FIG. 20

材料	均質化＋HR＋SA＋冷間圧延		均質化＋熱間圧延＋溶体化焼鈍＋冷間圧延＋時効（21%CR）					
	21% CR（「1／2H」）	37% CR（「H」）	時効 600°F, (316℃) 3時間 +AC	時効 700°F, (371℃) 3時間 +AC	時効 800°F, (427℃) 3時間 +AC	時効 900°F, (482℃) 3時間 +AC	時効 1000°F, (538℃) 3時間 +AC	時効 1100°F. (593℃) 3時間 +AC
A	1.002	1.002	1.015	1.904	> 1.999	> 1.999	1.762	1.501
B	1.001	1.001	1.002	1.009	1.721	1.049	1.011	1.007
C	1.001	1.000	1.001	1.002	1.001	1.001	1.001	1.001
D	1.090	1.091	1.124	1.713	> 1.999	> 1.999	1.512	1.513
E	1.001	1.001	1.014	1.392	1.941	1.972	1.756	1.843
F	1.034	1.020	1.101	1.407	> 1.999	> 1.999	1.544	1.836
G	1.024	1.036	1.054	1.678	1.869	1.675	1.482	1.505
H	1.001	1.000	1.001	1.001	1.000	1.000	1.000	1.001

【誤訳訂正１５】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図２１
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図２１】

FIG. 21

材料	均質化＋熱間圧延＋溶体化焼鈍＋冷間圧延＋時効（37%CR）					
	時効 600°F, (316℃) 3時間 +AC	時効 700°F, (371℃) 3時間 +AC	時効 800°F, (427℃) 3時間 +AC	時効 900°F, (482℃) 3時間 +AC	時効 1000°F, (538℃) 3時間 +AC	時効 1100°F, (593℃) 3時間 +AC
A	1.031	1.916	> 1.999	> 1.999	1.702	1.291
B	1.008	1.197	1.746	1.034	1.013	1.004
C	1.001	1.002	1.001	1.002	1.001	1.001
D	1.128	1.751	> 1.999	1.681	1.456	1.432
E	1.038	1.510	1.691	>1.999	1.584	1.607
F	1.076	1.712	1.913	1.067	1.431	1.901
G	1.176	1.718	1.883	1.671	1.507	1.328
H	1.001	1.000	1.000	1.000	1.001	1.001

【誤訳訂正１６】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図２２
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図２２】

FIG. 22

	均質化＋押出＋溶体化焼鈍						
材料	SA 1295°F, (702℃) 2時間＋WQ	SA 1335°F, (724℃) 2時間＋WQ	SA 1385°F, (752℃) 2時間＋WQ	SA 1430°F, (777℃) 2時間＋WQ	SA 1480°F, (804℃) 2時間＋WQ	SA 1520°F, (827℃) 2時間＋WQ	SA 1570°F, (854℃) 2時間＋WQ
A	1.893	1.633	1.410	1.270	1.083	1.030	1.006
B	1.002	1.001	1.001	1.001	1.002	1.002	1.002
C	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
D	-	-	-	-	-	-	-
E	1.002	1.002	1.002	1.002	1.001	1.002	1.002
F	-	-	-	-	-	-	-
G	1.208	1.010	1.002	1.001	1.001	1.001	1.002
H	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

【誤訳訂正１７】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図２３
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図２３】

FIG. 23

材料	鋳放し	均質化					2ステップ均質化	均質化＋熱間据込鍛造（約50%縮小）			
		1630°F(888℃),6時間+WQ	1580°F(860℃),6時間+WQ	1525°F(829℃),10時間+WQ	1450°F(788℃),10時間+WQ	1450°F(788℃),14時間+WQ	1450°F(788℃),14時間+WQ,+1525°F(829℃),10時間+WQ	1630°F,(888℃)6時間+HU+WQ	1580°F(860℃),6時間,+HU+WQ	1525°F(829℃),10時間+HU+WQ	1450°F(788℃),10時間+HU+WQ
A	< 0.80	2.39	2.69	2.76	< 0.80	2.25	2.72				
B	4.52	4.07	4.07	4.12	4.10	-	-				
C	6.68	5.25	5.26	5.24	5.28	-	-				
D	< 0.80	< 0.80	< 0.80	1.60	1.77	1.75	1.66				
E	< 0.80	4.88	4.90	4.90	4.98	-	-				
F	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80	1.87	1.72	< 0.80				
G	< 0.80	3.78	3.79	3.81	3.79	3.84	3.86				
H	6.64	6.29	6.32	6.32	6.45	-	-				

【誤訳訂正１８】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図２４
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図２４】

FIG. 24

材料	均質化			均質化＋溶体化焼鈍		均質化＋溶体化焼鈍＋時効					
	1580°F, (860℃) 6時間＋AC	1540°F, (838℃) 6時間＋AC	1375°F, (746℃) 16時間＋AC	SA 1525°F, (829℃) 2時間 +WQ	SA 1400°F, (760℃) 2時間 +WQ	時効 600°F, (316℃) 3時間 +AC	時効 700°F, (371℃) 3時間 +AC	時効 800°F, (427℃) 3時間 +AC	時効 900°F, (482℃) 3時間 +AC	時効 981°F, (527℃) 3時間 +AC	時効 1100°F, (593℃) 3時間 +AC
A	-	< 0.80	-	2.77	-	2.87	2.60	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80
B	4.16	-	-	4.02	-	4.51	4.43	4.08	< 0.80	5.93	5.90
C	5.45	-	-	5.25	-	5.90	6.40	6.45	7.23	8.06	7.63
D	-	-	1.91	-	1.95	1.94	1.84	1.75	< 0.80	< 0.80	< 0.80
E	4.90	-	-	4.93	-	5.19	4.94	4.76	< 0.80	< 0.80	< 0.80
F	-	-	1.95	-	1.92	1.92	1.90	1.58	< 0.80	< 0.80	< 0.80
G	-	-	3.84	-	3.86	3.88	3.67	3.58	< 0.80	< 0.80	< 0.80
H	6.78	-	-	6.33	-	7.12	7.90	8.61	10.10	9.79	9.36

【誤訳訂正１９】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図２５
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図２５】

FIG. 25

材料	均質化＋熱間圧延（約67%総縮小） 1580°F, 6時間,AC (860℃) + 1525°F, 2時間+ HR + 1525°F, 30分 (829℃) 再加熱 + HR	均質化＋熱間圧延＋溶体化焼鈍 SA 1525°F (829℃), 5時間 +Fce Cool	SA 1525°F, 5時間+WQ* (829℃)	均質化＋熱間圧延＋溶体化焼鈍*＋時効 時効 800°F. (427℃) 1時間 +AC	時効 800°F, (427℃) 2時間 +AC	時効 800°F, (427℃) 4時間 +AC	時効 800°F, (427℃) 8時間 +AC	時効 800°F, (427℃) 16時間 +AC	時効 800°F, (427℃) 24時間 +AC
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B				4.27	4.05	< 0.80	4.37	< 0.80	< 0.80
C				6.31	6.46	6.70	6.97	7.30	7.84
D	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E				4.70	4.49	4.01	< 0.80	< 0.80	< 0.80
F	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G				3.79	3.53	3.18	< 0.80	< 0.80	< 0.80
H				8.08	9.31	10.5	11.4	11.6	11.7

【誤訳訂正２０】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図２６
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図２６】

FIG. 26

材料	均質化＋HR＋溶体化焼鈍	均質化＋熱間圧延＋溶体化焼鈍＋時効					
	種々	時効 600°F, (316℃) 3時間 +AC	時効 700°F, (371℃) 3時間 +AC	時効 800°F, (427℃) 3時間 +AC	時効 900°F, (482℃) 3時間 +AC	時効 1000°F, (538℃) 3時間 +AC	時効 1100°F, (593℃) 3時間 +AC
A	2.84	2.94	2.79	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80
B	4.11	4.83	4.74	3.95	< 0.80	6.51	5.06
C	5.37	6.30	6.49	6.64	8.83	8.49	7.72
D	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80
E	4.99	5.43	5.21	4.57	< 0.80	< 0.80	< 0.80
F	1.52	1.56	1.56	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80
G	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80
H	6.39	7.29	7.88	10.9	10.7	10.2	9.45

【誤訳訂正２１】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図２７
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図２７】

FIG. 27

材料	均質化＋HR＋SA＋冷間圧延		均質化＋熱間圧延＋溶体化焼鈍＋冷間圧延＋時効（21%CR）					
	21% CR（「1／2H」）	37% CR（「H」）	時効 600°F, (316℃) 3時間 +AC	時効 700°F, (371℃) 3時間 +AC	時効 800°F, (427℃) 3時間 +AC	時効 900°F, (482℃) 3時間 +AC	時効 1000°F, (538℃) 3時間 +AC	時効 1100°F, (593℃) 3時間 +AC
A	2.80	2.80	2.84	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80
B	4.14	4.11	4.50	4.49	< 0.80	5.85	6.33	6.05
C	5.29	5.29	5.77	6.41	7.18	8.80	8.54	7.86
D	< 0.80	1.68	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80
E	4.89	4.86	5.25	< 0.80	< 0.80	4.71	< 0.80	< 0.80
F	1.67	1.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80
G	3.73	3.31	3.70	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80
H	6.37	6.16	6.92	7.70	9.83	10.2	9.67	9.13

【誤訳訂正２２】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図２８
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図２８】

FIG. 28

材料	均質化＋熱間圧延＋溶体化焼鈍＋冷間圧延＋時効（37%CR）					
	時効 600°F, (316℃) 3時間 +AC	時効 700°F, (371℃) 3 hrs +AC	時効 800°F, (427℃) 3時間 +AC	時効 900°F, (482℃) 3時間 +AC	時効 1000°F, (538℃) 3時間 +AC	時効 1100°F, (593℃) 3時間 +AC
A	2.74	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80
B	4.55	< 0.80	< 0.80	6.05	6.70	6.37
C	5.93	6.65	7.91	8.89	8.59	7.96
D	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80
E	5.06	< 0.80	< 0.80	4.59	< 0.80	< 0.80
F	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80
G	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80
H	7.11	8.32	11.4	10.7	10.1	9.30

【誤訳訂正２３】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図２９
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図２９】

FIG. 29

材料	均質化＋押出	均質化＋押出＋溶体化焼鈍						
	均質化 1580°F, 6時間 ,AC + 1525°F, (829℃) 最低6時間 ＋ 押出	SA 1295°F, (702℃) 2時間+ WQ	SA 1335°F, (724℃) 2時間+ WQ	SA 1385°F, (752℃) 2時間+ WQ	SA 1430°F. (777℃) 2時間+ WQ	SA 1480°F, (804℃) 2時間+ WQ	SA 1520°F, (827℃) 2時間+ WQ	SA 1570°F, (854℃) 2時間+ WQ
A	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80	< 0.80	2.50	2.77	2.81
B	4.35	4.24	4.40	4.39	4.14	4.11	4.12	4.12
C	5.77	5.63	5.67	5.55	5.39	5.31	5.31	5.34
D	-	-	-	-	-	-	-	-
E	4.95	4.86	4.80	4.95	4.96	4.94	4.96	4.99
F	-	-	-	-	-	-	-	-
G	3.84	< 0.80	3.77	3.84	3.84	3.85	3.86	3.87
H	6.77	7.65	7.10	7.10	6.58	6.36	6.35	6.37

【誤訳訂正２４】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図３０
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図３０】

FIG. 30

材料	鋳放し	均質化					2ステップ均質化	均質化＋熱間据込鍛造（約50%縮小）			
		1630°F, (888℃) 6時間+ WQ	1580°F, (860℃) 6時間+ WQ	1525°F, (829℃) 10時間 +WQ	1450°F, (788℃) 10時間 + WQ	1450°F, (788℃) 14時間 + WQ	1450°F, 14時間+ WQ, + 1525°F, 10時間 + WQ	1630°F, (888℃) 6時間+ HU + HU + WQ	1580°F, (860℃) 6時間+ HU + HU + WQ	1525°F, (829℃) 10時間 + HU + + HU + WQ	1450°F, (788℃) 10時間 + HU + + HU + WQ
A	97.9 HRB	57.5 HRB	62.8 HRB	62.4 HRB	64.2 HRB	64.5 HRB	62.4 HRB	N/A	N/A	N/A	N/A
B	94.7 HRB	59.9 HRB	58.8 HRB	51.2 HRB	59.3 HRB	-	-	N/A	N/A	N/A	N/A
C	98.8 HRB	57.9 HRB	54.4 HRB	54.6 HRB	57.6 HRB	-	-	N/A	N/A	N/A	N/A
D	69.5 HRB	75.6 HRB	66.6 HRB	48.1 HRB	51.8 HRB	56.1 HRB	53.0 HRB	N/A	N/A	N/A	N/A
E	87.4 HRB	53.5 HRB	51.8 HRB	48.5 HRB	50.9 HRB	-	-	N/A	N/A	N/A	N/A
F	64.8 HRB	63.4 HRB	69.4 HRB	45.1 HRB	46.0 HRB	49.0 HRB	58.3 HRB	N/A	N/A	N/A	N/A
G	79.1 HRB	47.9 HRB	44.4 HRB	44.8 HRB	62.9 HRB	47.4 HRB	49.0 HRB	N/A	N/A	N/A	N/A
H	93.4 HRB	76.0 HRB	63.6 HRB	62.8 HRB	49.0 HRB	-	-	N/A	N/A	N/A	N/A

【誤訳訂正２５】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図３１
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図３１】

FIG. 31

材料	均質化			均質化＋溶体化焼鈍		均質化＋溶体化焼鈍＋時効					
	1580°F, (860℃) 6時間+AC	1540°F, (838℃) 6時間+AC	1375°F, (746℃) 16時間+AC	SA 1525°F, (829℃) 2時間+WQ	SA 1400°F, (760℃) 2時間+WQ	時効 600°F, (316℃) 3時間+AC	時効 700°F, (371℃) 3時間+AC	時効 800°F, (427℃) 3時間+AC	時効 900°F, (482℃) 3時間+AC	時効 981°F, (527℃) 3時間+AC	時効 1100°F, (593℃) 3時間+AC
A	-	77.2 HRB	-	69.1 HRB	-	80.6 HRB	76.2 HRB	100.8 HRB	102.8 HRB	21.4 HRC	95.8 HRB
B	76.1 HRB	-	-	62.2 HRB	-	89.5 HRB	95.6 HRB	100.6 HRB	101.0 HRB	97.0 HRB	91.8 HRB
C	74.2 HRB	-	-	62.4 HRB	-	94.0 HRB	101.8 HRB	31.9 HRC	103.2 HRB	96.3 HRB	90.1 HRB
D	-	-	61.2 HRB	-	61.3 HRB	65.7 HRB	66.3 HRB	80.9 HRB	97.4 HRB	97.4 HRB	92.6 HRB
E	59.4 HRB	-	-	54.6 HRB	-	67.6 HRB	59.0 HRB	68.5 HRB	88.8 HRB	85.1 HRB	83.7 HRB
F	-	-	54.2 HRB	-	58.5 HRB	58.9 HRB	60.0 HRB	79.4 HRB	94.9 HRB	95.9 HRB	90.4 HRB
G	-	-	53.8 HRB	-	52.8 HRB	62.0 HRB	59.0 HRB	75.5 HRB	95.1 HRB	93.8 HRB	88.5 HRB
H	83.0 HRB	-	-	67.6 HRB	-	95.2 HRB	32.6 HRC	37.5 HRC	94.0 HRB	91.9 HRB	87.5 HRB

【誤訳訂正２６】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図３２
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図３２】

FIG. 32

材料	均質化＋熱間圧延（約67%総縮小） 1580°F, 6時間,AC (860℃) + 1525°F, 2時間 + HR + 1525°F, 30 (829℃) 分　再加熱 + HR	均質化＋熱間圧延＋溶体化焼鈍 SA 1525°F, 5 (829℃) 時間+Fce Cool	均質化＋熱間圧延＋溶体化焼鈍 SA 1525°F, 5 (829℃) 時間+WQ*	均質化＋熱間圧延＋溶体化焼鈍*＋時効 時効 800°F, (427℃) 1時間 +AC	時効 800°F, (427℃) 2時間 +AC	時効 800°F, (427℃) 4時間 +AC	時効 800°F, (427℃) 8時間 +AC	時効 800°F, (427℃) 16時間 +AC	時効 800°F, (427℃) 24時間 +AC
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B				93.6 HRB	94.4 HRB	97.7 HRB	37.7 HRC	35.5 HRC	34.0 HRC
C				29.7 HRC	28.8 HRC	30.9 HRC	32.9 HRC	30.6 HRC	33.3 HRC
D	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E				76.4 HRB	81.3 HRB	89.8 HRB	90.3 HRB	98.6 HRB	99.3 HRB
F	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G				64.2 HRB	80.8 HRB	85.0 HRB	100.9 HRB	100.3 HRB	94.1 HRB
H				33.3 HRC	31.1 HRC	90.3 HRB	98.1 HRB	94.7 HRB	95.5 HRB

【誤訳訂正２７】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図３３
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図３３】

FIG. 33

材料	均質化＋HR＋溶体化焼鈍 種々	均質化＋熱間圧延＋溶体化焼鈍＋時効 時効 600°F, (316℃) 3時間 +AC	時効 700°F, (371℃) 3時間 +AC	時効 800°F, (427℃) 3時間 +AC	時効 900°F, (482℃) 3時間 +AC	時効 1000°F, (538℃) 3時間 +AC	時効 1100°F, (593℃) 3時間 +AC
A	62.3 HRB	86.2 HRB	76.3 HRB	96.6 HRB	31.3 HRC	100.4 HRB	95.9 HRB
B	64.5 HRB	94.1 HRB	96.3 HRB	28.8 HRC	102.6 HRB	97.3 HRB	92.6 HRB
C	65.0 HRB	96.5 HRB	101.0 HRB	31.3 HRC	26.1 HRC	95.0 HRB	87.8 HRB
D	76.1 HRB	79.5 HRB	78.5 HRB	91.6 HRB	88.5 HRB	89.5 HRB	89.0 HRB
E	54.2 HRB	73.2 HRB	60.2 HRB	71.8 HRB	92.6 HRB	87.3 HRB	83.5 HRB
F	72.0 HRB	71.9 HRB	70.9 HRB	83.8 HRB	89.3 HRB	90.8 HRB	86.6 HRB
G	77.8 HRB	84.2 HRB	87.2 HRB	95.8 HRB	94.0 HRB	90.8 HRB	85.6 HRB
H	66.5 HRB	95.4 HRB	30.1 HRC	101.1 HRB	97.4 HRB	91.0 HRB	86.4 HRB

【誤訳訂正２８】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図３４
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図３４】

FIG. 34

材料	均質化＋HR＋SA＋冷間圧延		均質化＋熱間圧延＋溶体化焼鈍＋冷間圧延＋時効 (21% CR)					
	21% CR ("½ H")	37% CR ("H")	時効 600°F, (316℃) 3時間 +AC	時効 700°F, (371℃) 3時間 +AC	時効 800°F, (427℃) 3時間 +AC	時効 900°F, (482℃) 3時間 +AC	時効 1000°F, (538℃) 3時間 +AC	時効 1100°F (593℃) , 3時間 +AC
A	93.6 HRB	96.3 HRB	98.2 HRB	40.0 HRC	39.1 HRC	35.7 HRC	27.6 HRC	22.0 HRC
B	94.6 HRB	27.6 HRC	22.4 HRC	26.4 HRC	35.7 HRC	31.5 HRC	101.5 HRB	95.6 HRB
C	92.4 HRB	24.8 HRC	22.5 HRC	33.1 HRC	37.1 HRC	29.0 HRC	97.9 HRB	92.3 HRB
D	94.7 HRB	28.3 HRC	98.0 HRB	27.7 HRC	31.8 HRC	29.1 HRC	22.4 HRC	96.1 HRB
E	93.3 HRB	21.2 HRC	100.2 HRB	30.7 HRC	31.1 HRC	102.0 HRB	95.8 HRB	90.9 HRB
F	94.7 HRB	101.5 HRB	91.9 HRB	26.9 HRC	27.6 HRC	100.7 HRB	20.2 HRC	93.9 HRB
G	90.6 HRB	25.5 HRC	97.4 HRB	27.0 HRC	28.5 HRC	100.8 HRB	96.7 HRB	88.9 HRB
H	94.6 HRB	26.7 HRC	99.1 HRB	32.3 HRC	27.6 HRC	94.7 HRB	90.8 HRB	84.6 HRB

【誤訳訂正２９】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図３５
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図３５】

FIG. 35

材料	均質化＋熱間圧延＋溶体化焼鈍＋冷間圧延＋時効 (37% CR)					
	時効 600°F, 3 (316℃) 時間 +AC	時効 700°F, 3 (371℃) 時間 +AC	時効 800°F, 3 (427℃) 時間 +AC	時効 900°F, 3 (482℃) 時間 +AC	時効 1000°F, 3 (538℃) 時間 +AC	時効 1100°F, 3 (593℃) 時間 +AC
A	31.0 HRC	41.2 HRC	39.3 HRC	28.8 HRC	28.1 HRC	23.2 HRC
B	33.4 HRC	37.9 HRC	39.0 HRC	32.8 HRC	101.6 HRB	98.0 HRB
C	33.5 HRC	39.7 HRC	38.0 HRC	29.3 HRC	99.1 HRB	94.0 HRB
D	27.5 HRC	35.2 HRC	33.4 HRC	29.7 HRC	24.1 HRC	94.0 HRB
E	30.3 HRC	33.8 HRC	31.3 HRC	102.5 HRB	94.8 HRB	91.5 HRB
F	25.6 HRC	32.5 HRC	32.3 HRC	27.2 HRC	22.1 HRC	91.9 HRB
G	29.4 HRC	36.4 HRC	32.2 HRC	26.7 HRC	94.6 HRB	88.4 HRB
H	35.3 HRC	41.3 HRC	23.1 HRC	97.8 HRB	92.1 HRB	87.8 HRB

【誤訳訂正３０】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図３６
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図３６】

FIG. 36

材料	均質化＋押出 (88%) 種々	均質化＋押出＋溶体化焼鈍 SA 1295°F, (702℃) 2時間＋WQ	SA 1335°F, (724℃) 2時間＋WQ	SA 1385°F, (752℃) 2時間＋WQ	SA 1400°F, (760℃) 2時間＋WQ	SA 1430°F, (777℃) 2時間＋WQ	SA 1480°F, (804℃) 2時間＋WQ	SA 1520°F, (827℃) 2時間＋WQ	SA 1570°F, (854℃) 2時間＋WQ
A	91.9 HRB	91.4 HRB	89.8 HRB	86.0 HRB	-	81.9 HRB	73.2 HRB	71.7 HRB	71.7 HRB
B	79.1 HRB	87.4 HRB	84.3 HRB	79.1 HRB	-	74.4 HRB	72.0 HRB	72.6 HRB	72.7 HRB
C	86.6 HRB	84.7 HRB	81.4 HRB	78.3 HRB	-	72.3 HRB	69.5 HRB	68.7 HRB	69.4 HRB
D	78.2 HRB	82.0 HRB	78.9 HRB	67.9 HRB	-	64.2 HRB	62.9 HRB	-	-
E	59.8 HRB	68.9 HRB	60.1 HRB	58.4 HRB	58.4 HRB	59.2 HRB	59.0 HRB	59.1 HRB	59.7 HRB
F	69.6 HRB	75.0 HRB	69.8 HRB	63.9 HRB	-	61.1 HRB	60.0 HRB	-	-
G	57.1 HRB	74.7 HRB	57.8 HRB	55.5 HRB	54.6 HRB	55.4 HRB	55.1 HRB	53.5 HRB	53.5 HRB
H	80.8 HRB	83.6 HRB	81.4 HRB	79.6 HRB	-	76.4 HRB	73.5 HRB	72.8 HRB	73.6 HRB
J	82.6 HRB	-	-	-	54.7 HRB	-	-	-	-

【誤訳訂正３１】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図３８Ａ－Ｄ
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図３８Ａ－Ｄ】

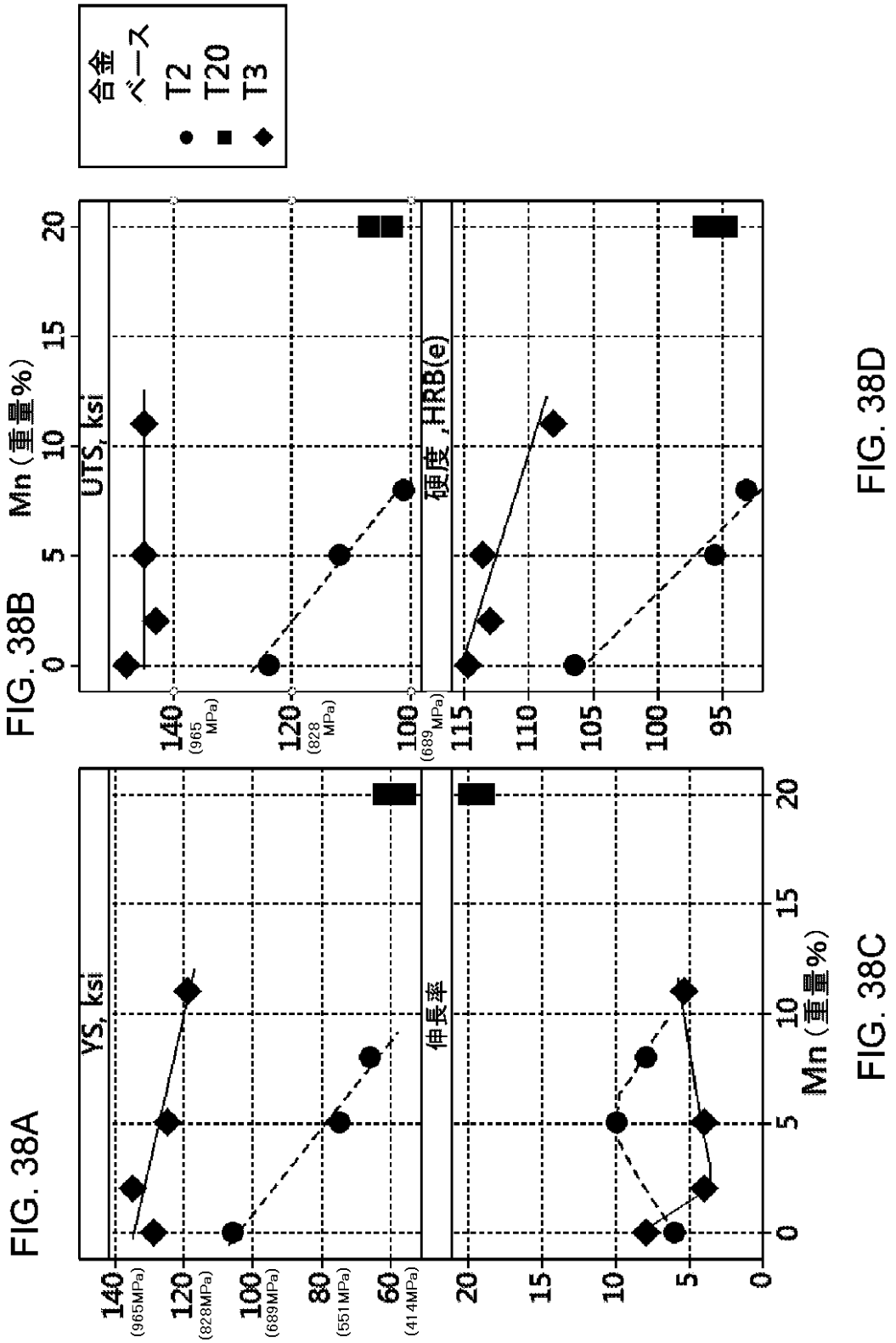

FIG. 38B

FIG. 38D

FIG. 38A

FIG. 38C

【誤訳訂正３２】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図３９Ａ
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図３９Ａ】

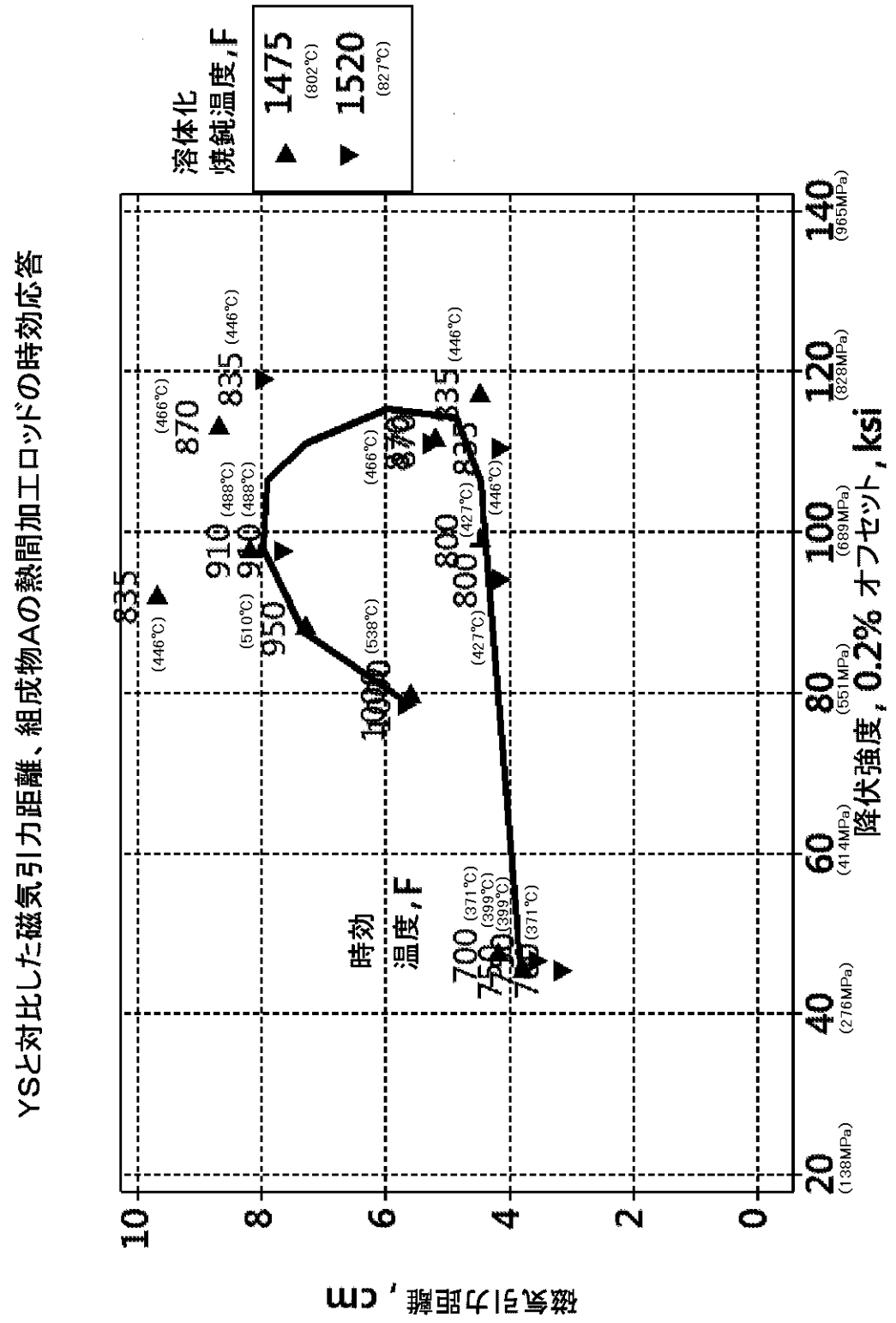

FIG. 39A

【誤訳訂正３３】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図３９Ｂ
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図３９Ｂ】

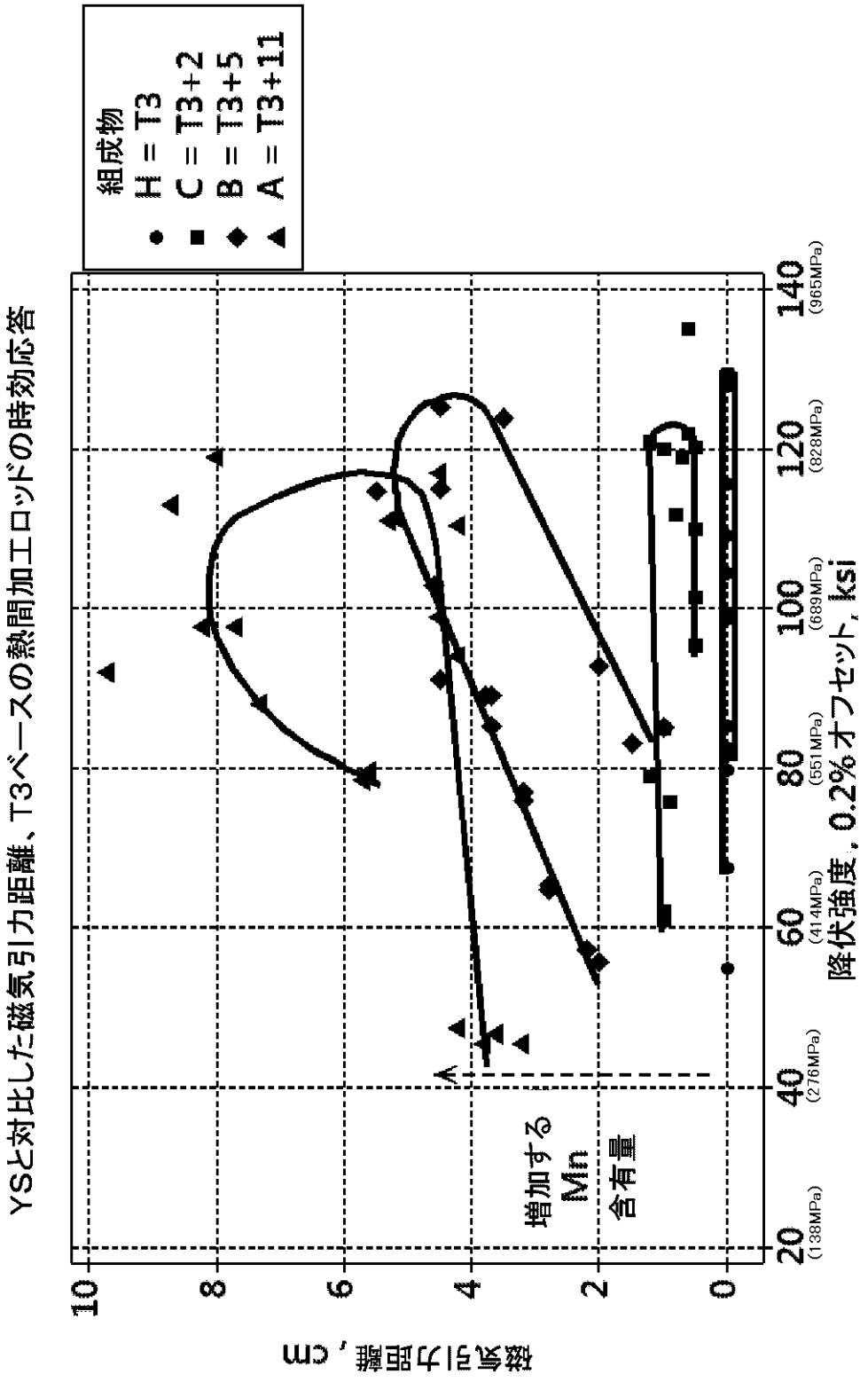

FIG. 39B

【誤訳訂正３４】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図３９Ｃ
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図３９Ｃ】

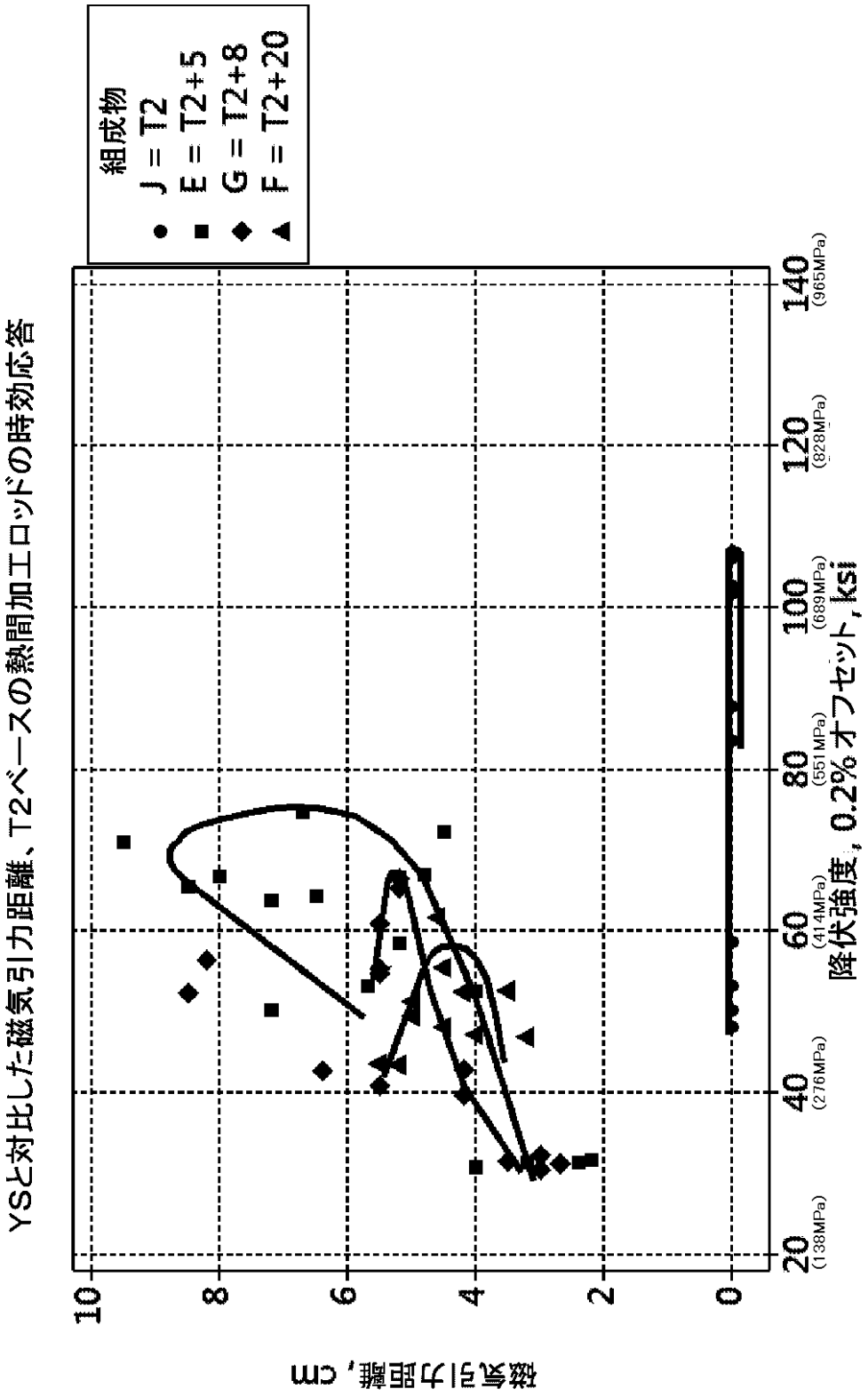

FIG. 39C

【誤訳訂正３５】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図３９Ｄ
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図３９Ｄ】

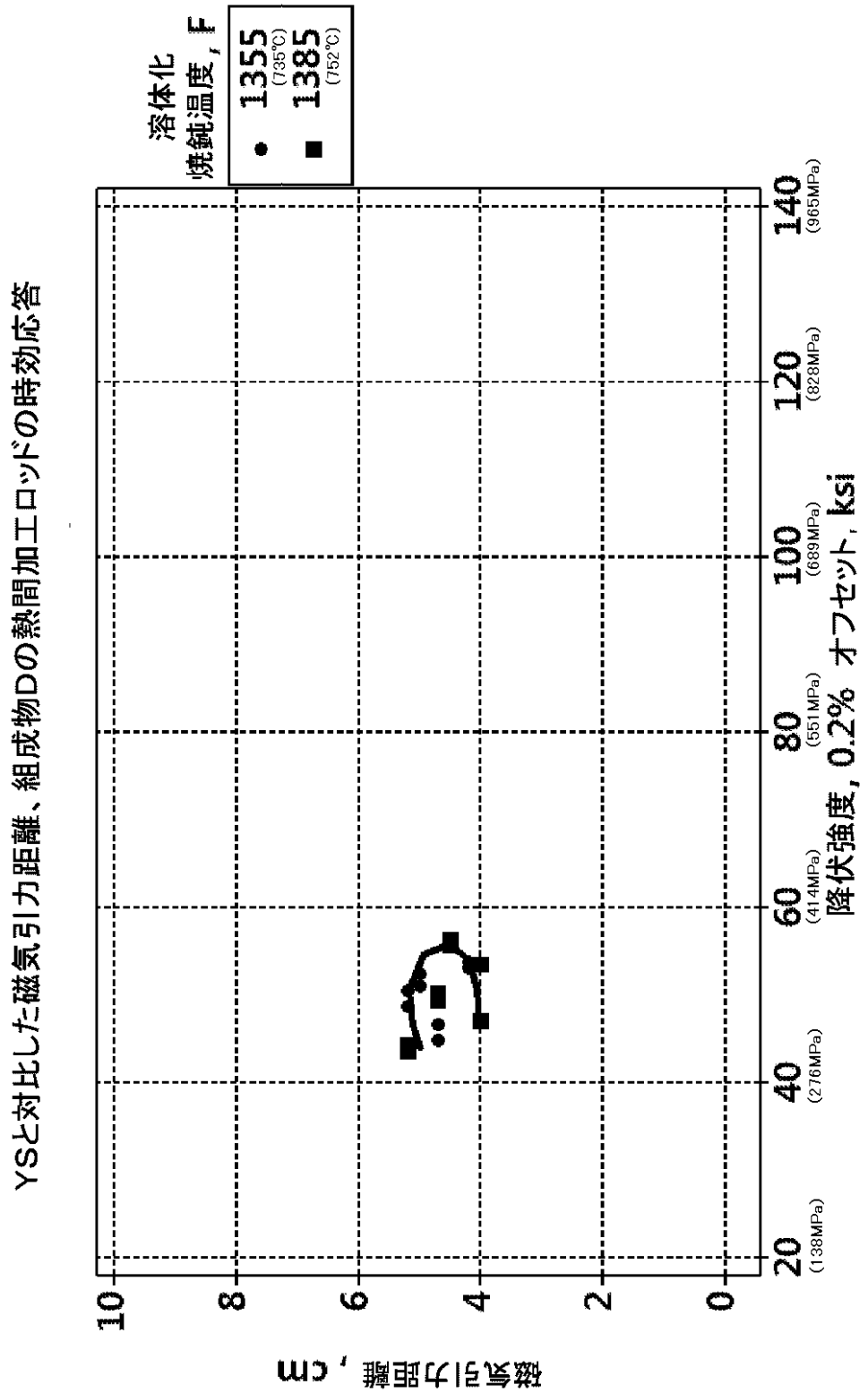

FIG. 39D

【誤訳訂正３６】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図４０Ａ
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図４０Ａ】

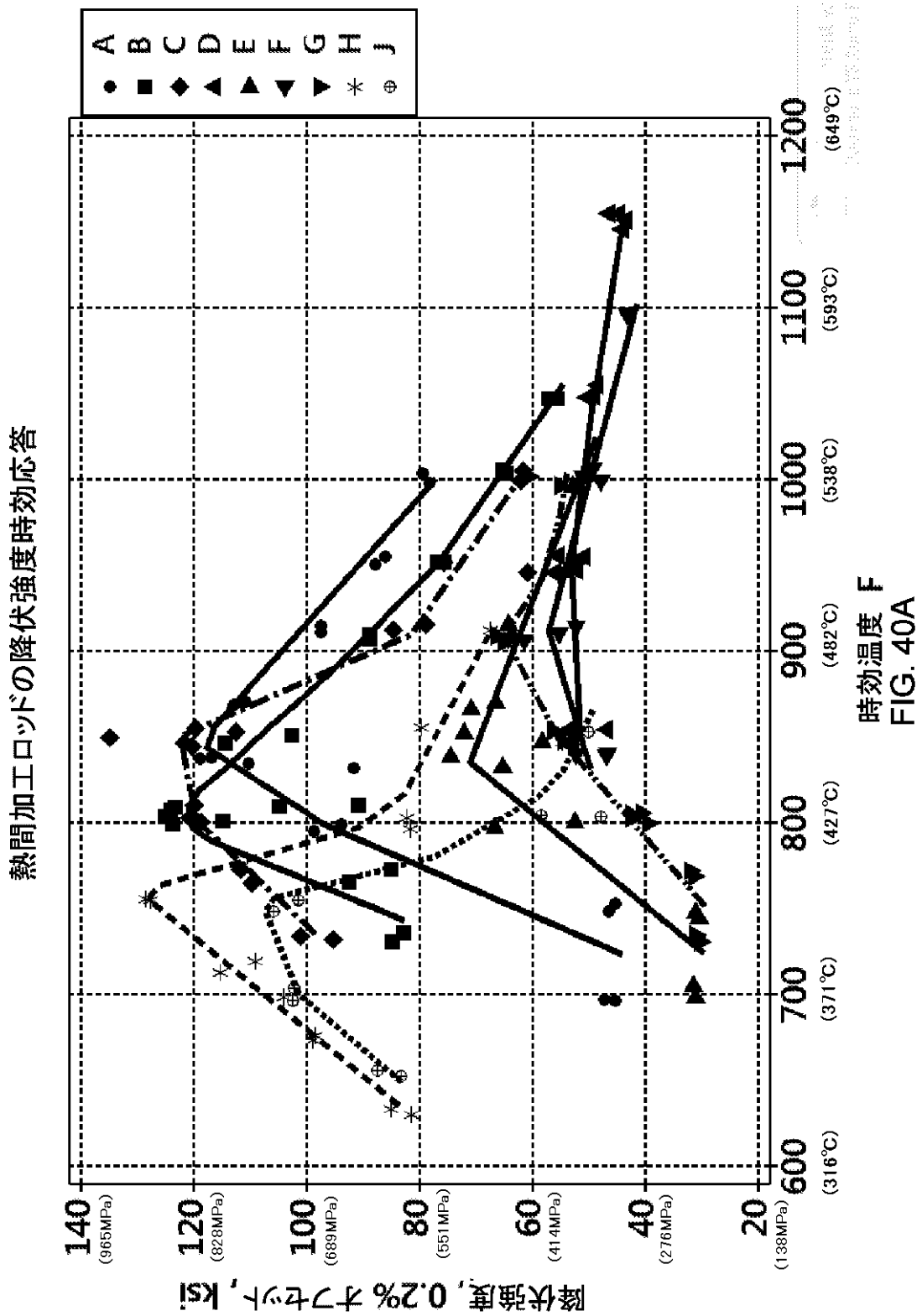

FIG. 40A

【誤訳訂正３７】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図４０Ｂ
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図４０Ｂ】

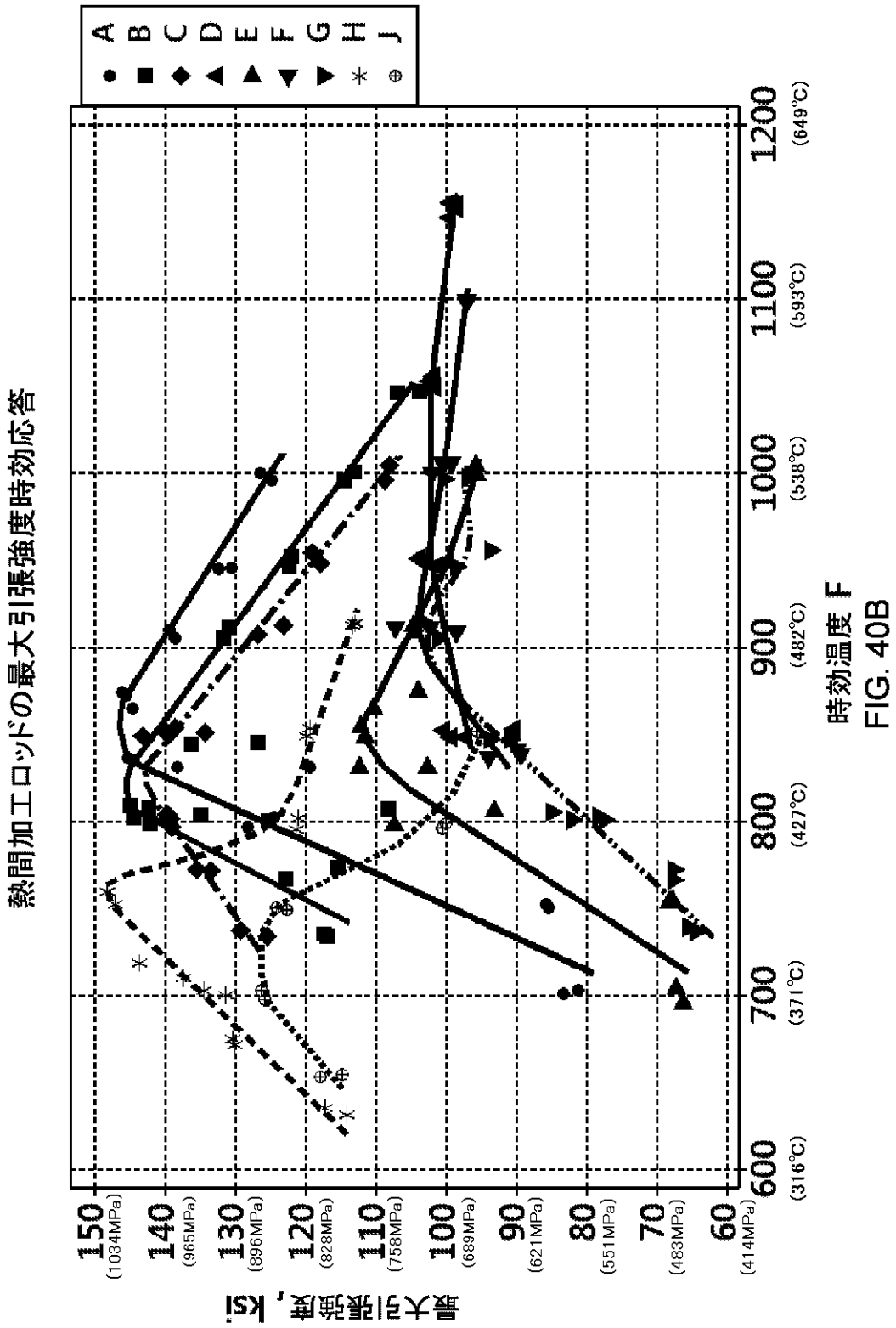

FIG. 40B

【誤訳訂正３８】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図４０Ｃ
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図４０Ｃ】

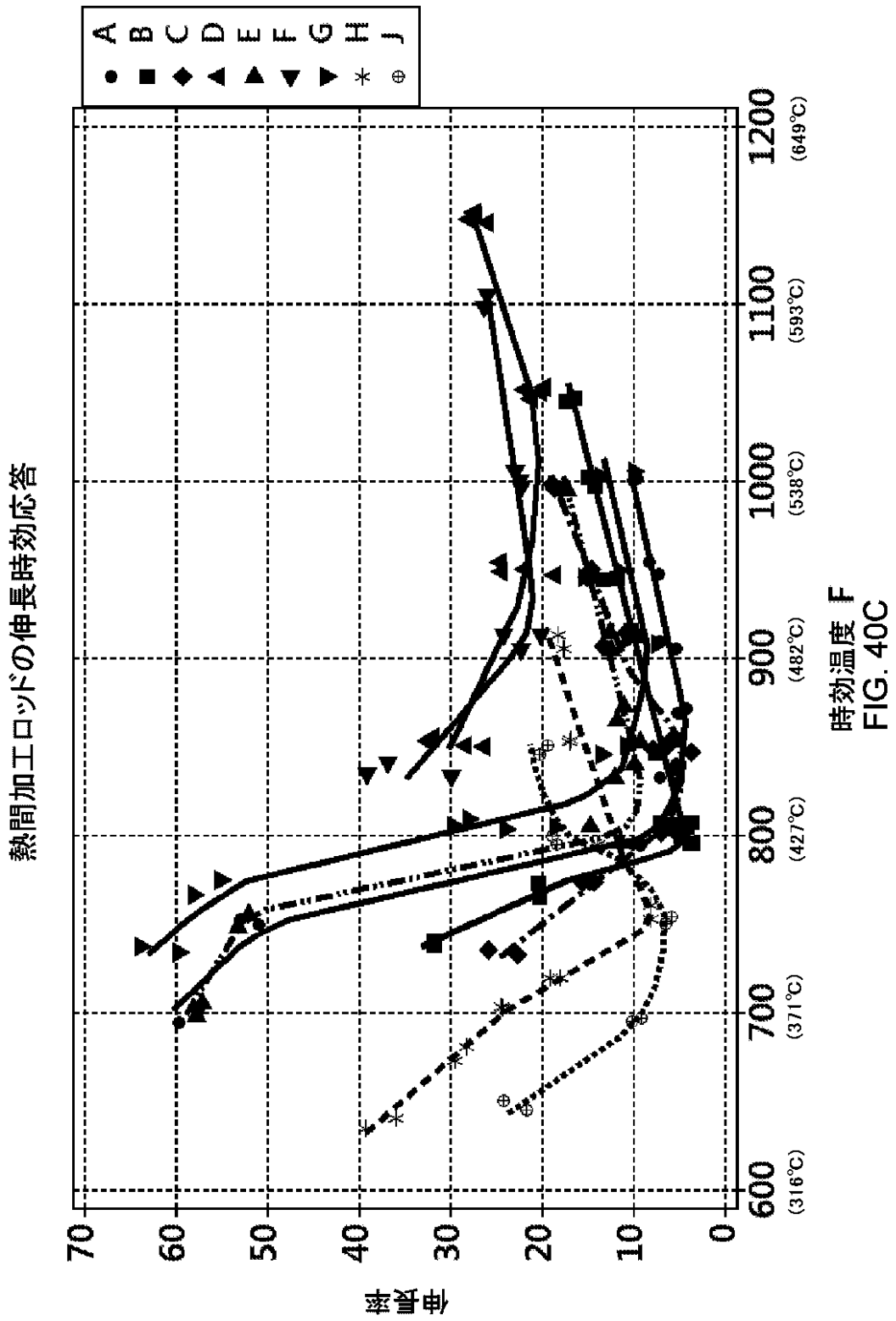

FIG. 40C

【誤訳訂正３９】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図４０Ｄ
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図４０Ｄ】

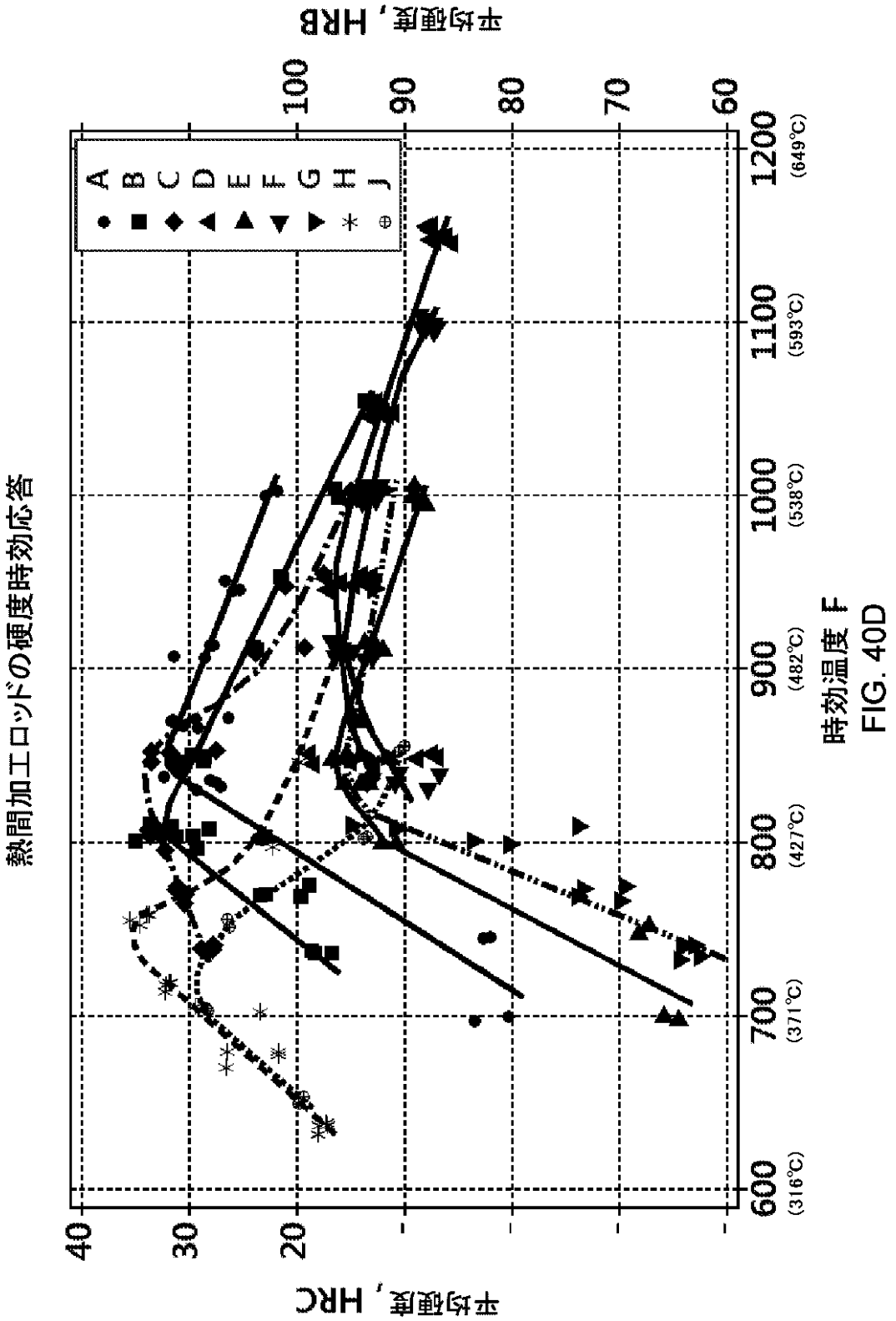

FIG. 40D

【誤訳訂正４０】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図４０Ｅ
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図４０Ｅ】

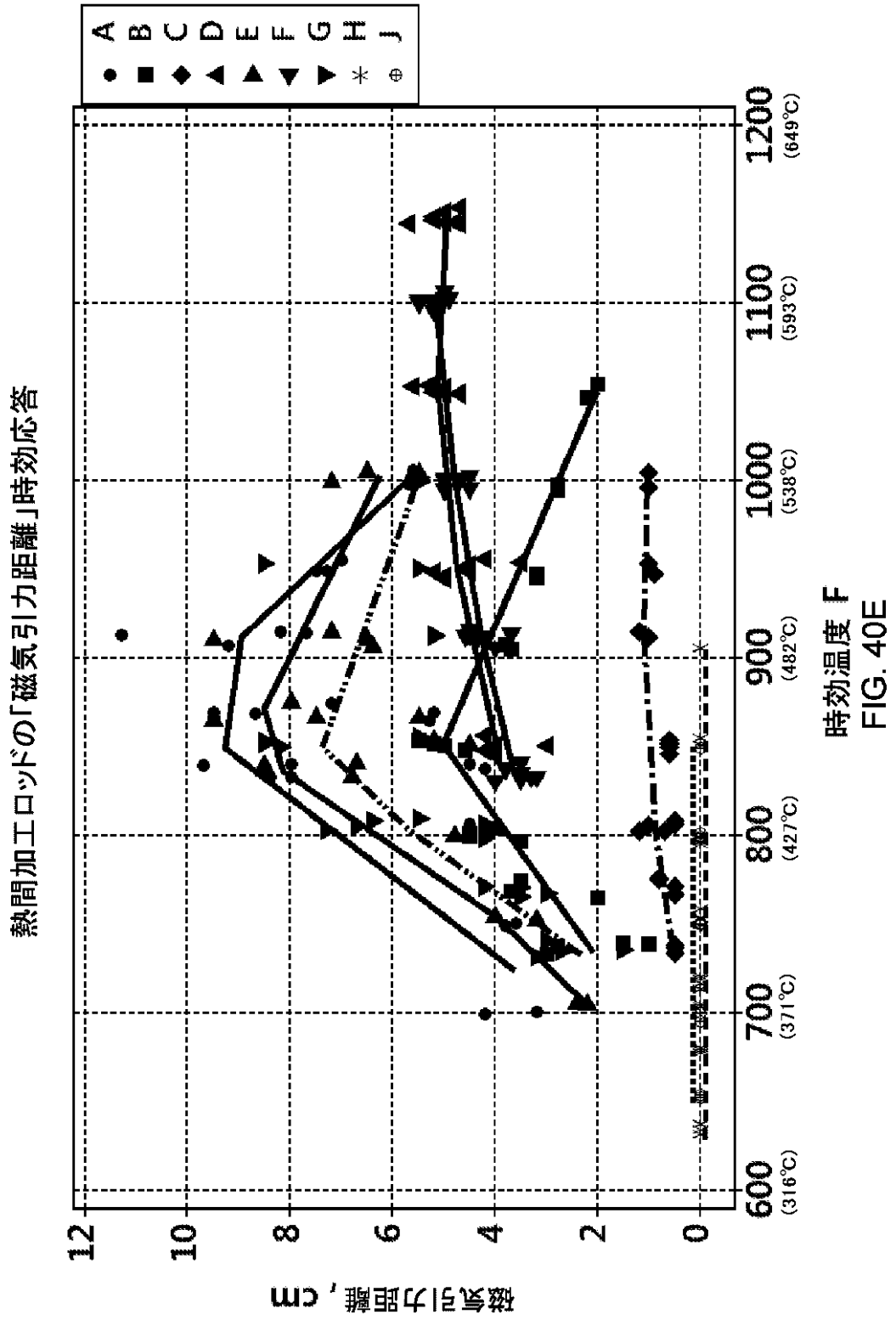

FIG. 40E

【誤訳訂正４１】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図４１Ａ
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図４１Ａ】

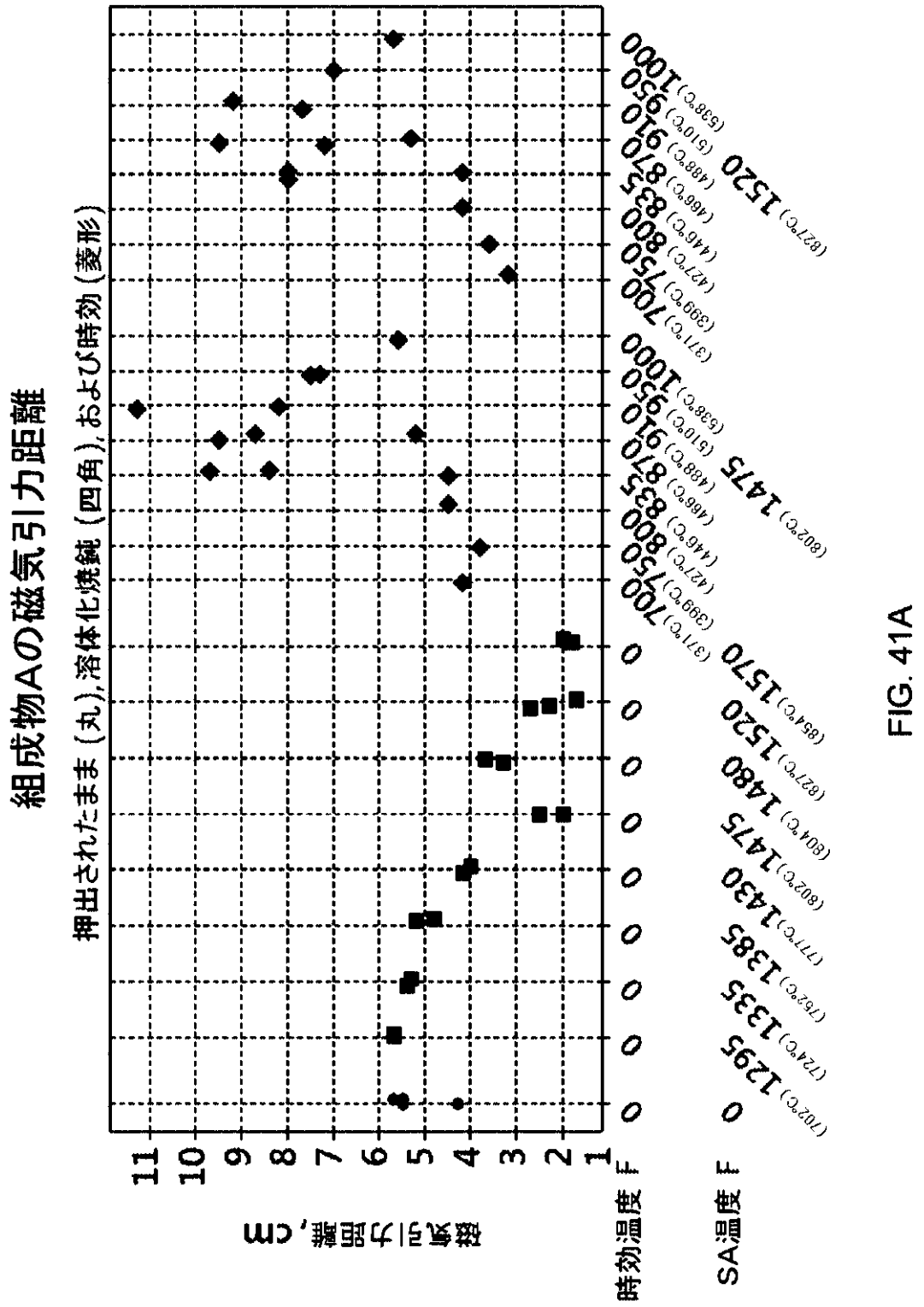

FIG. 41A

【誤訳訂正４２】
【訂正対象書類名】図面
【訂正対象項目名】図４１Ｂ
【訂正方法】変更
【訂正の内容】

【図４１Ｂ】

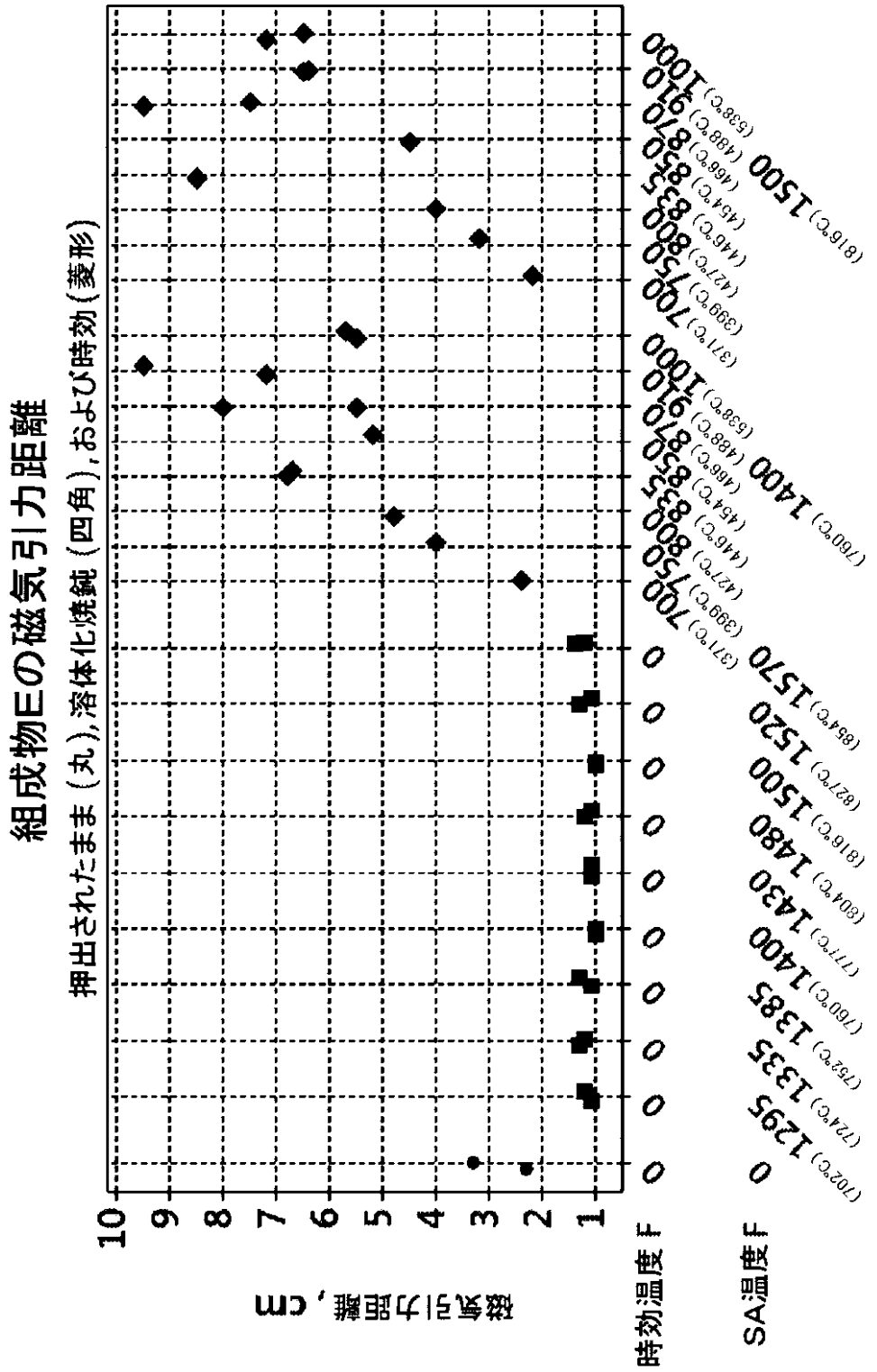
組成物Eの磁気引力距離
押出されたまま（丸），溶体化焼鈍（四角），および時効（菱形）
磁気引力距離，cm
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
時効温度F
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
SA温度F
0
1295 (702°C)
1335 (724°C)
1385 (752°C)
1400 (760°C)
1430 (777°C)
1480 (804°C)
1500 (816°C)
1520 (827°C)
1570 (854°C)
700/750/800/850/910/1000 (371°C/399°C/427°C/446°C/454°C/466°C/488°C/538°C)
1400 (760°C)
700/750/800/850/910/1000 (371°C/399°C/427°C/446°C/454°C/466°C/488°C/538°C)
1500 (816°C)

FIG. 41B