

### (3) 代表的特許リスト

表 2.3.2-3 に、スチールコード向け硬鋼線の引抜加工技術にかかわる代表的特許のリストを示す。

表 2.3.2-3 スチールコード向け硬鋼線の引抜加工技術の代表的特許 (1/9)

| 公報番号           | 出願日または優先権主張日    | 出願人または権利者       | 概要  |
|----------------|-----------------|-----------------|---|
| 特公平<br>7-30394 | 86.01.10<br>(優) | ベカエルト<br>(ベルギー) | 高炭素鋼線材を所定のパーライト反応温度の溶融鉛などでパテント処理する際、変態完了後5秒以内は約520~680の変態温度域に保持し、ついで400~450で3秒以上の冷却を加えた後に、真歪みで3以上の伸線加工を行いパーライト構造の最終径で0.1~0.5mmの細線を得る。   |
| 特公平<br>8-9734  | 87.01.21        | 新日本製鉄           | C:0.60~1.0%、Si:0.1~2.0%、Mn:0.1~2.0%、あるいはさらにCr:0.1~1.0%、V:0.002~0.5%、Ti:0.002~0.2%、Nb:0.002~0.2%の1種以上を含有する高炭素鋼線材を50%以上の減面率で伸線加工する。この加工途中で、あるいは所定直径に伸線加工した後、35%以下の加工率で冷間圧延するか、ローラーダイスによる引抜加工を加える。延性に優れ、かつ250~100logDkg/mm <sup>2</sup> (Dは鋼線の直径)以上の引張強さを有する超高張力鋼線が得られる。 |
| 特許<br>2603297  | 87.05.20<br>(優) | ベカエルト<br>(ベルギー) | あらかじめワイヤ素材に乾式引抜を行い第1の径とし、酸洗、水洗した後、硫酸亜鉛液内で亜鉛鍍金して第2の中間径に引抜く。ついでこの状態で亜鉛コーティングを除去し、電気鍍金を施した後、黄銅合金コーティングするため熱拡散処理を行う。さらに黄銅合金のコーティングを施し、鋼ワイヤを中間径から最終径(=0.175mm)まで湿式引抜を行う。これにより、ワイヤの断面減少率が97%以上に達し、破断を抑制しつつワイヤの引張強さおよびワイヤとゴムの付着性が向上する。                                       |
| 特許<br>2858967  | 90.12.27        | 森 邦夫、三協化成、東京製綱  | 1,3,5-トリアジン-2,4,6-トリチオールまたは6-ジブチルアミノ-1,3,5-トリアジン-2,4-ジチオールからなるトリアジンチオール誘導体をトリエタノールアミンにエマルジョン溶解した溶液を処理潤滑剤に添加し、この潤滑剤中でスチールワイヤを伸線加工するとともに表面処理する。   |
| 特許<br>2993748  | 91.03.11        | 新日本製鉄           | C:0.9~1.1wt%、Si:<0.4wt%、Mn:<0.5wt%、Cr:0.1~0.3wt%、Cu:0.2~0.8wt%、Al:<0.003wt%を主成分とする直径0.4mm以下であって引張り強さ360kgf/mm <sup>2</sup> の高強度高延性極細鋼線。   |
| 特許<br>2815722  | 91.03.25        | 新日本製鉄           | 鋼線の多段伸線工程において、 $D \geq Do / \exp(1.53-2.99 \cdot 10^{-2} \cdot Do)$ を満足する線径から、伸線中のダイス間で鋼線を複数のロール間を曲げ角度 $\theta=10\sim30^\circ$ で通過させることを特徴とする高強度鋼線の製造法(D:mm単位で表示される曲げ加工の必要な伸線鋼線の限界最小直径、Do:mm単位で表示される鋼線の伸線開始直径)。   |
| 特公平<br>7-85809 | 91.05.13        | 新日本製鉄           | 常温で断面減少率60%以上の伸線を行った後、冷媒冷却槽中を通過させて鋼線温度を-40以下にして断面減少率5%以上の低温伸線を施す。対象鋼線は2,000MPa以上の高張力鋼線であり、鋼線冷却は全面または表層のみについて施す両方が有り得る。ダイスは必要に応じて強制潤滑や超音波を付与する。  |

表 2.3.2-3 スチールコード向け硬鋼線の引抜加工技術の代表的特許 (2/9)

| 公報番号            | 出願日または優先権主張日 | 出願人または権利者     | 概要  |
|-----------------|--------------|---------------|---|
| 特許<br>2642547   | 91.10.16     | 新日本製鉄         | C : 0.9 ~ 1.1wt%、Si : 0.15 ~ 0.50wt%、Mn : 0.3 ~ 1.0wt%、Cr : 0.1 ~ 1.0wt% を含む過共析鋼線をオーステナイト化した後に 450 ~ 500 に保存された冷媒中に焼入れベイナイト組織とした後に、加工度 94 ~ 97% で伸線加工を行い、さらに 350 ~ 450 でブルーイング処理する。   |
| 特許<br>2652099   | 91.10.24     | 新日本製鉄         | C : 0.9 ~ 1.25wt%、Si : 0.15 ~ 1.50wt%、Mn : 0.3 ~ 1.0wt%、Cr : 0.1 ~ 1.0wt% を含む過共析鋼線をオーステナイト化した後に 350 ~ 400 に保持された冷媒中に焼入れベイナイト組織とした後に、加工度 80 ~ 85% で伸線加工を行い、さらに 350 ~ 450 でブルーイング処理して自動車タイヤ用ビードワイヤ高強度鋼線を製造する。   |
| 特公平<br>7-55331  | 91.11.19     | 西浦 修司         | 重量比で C が 0.51 ~ 0.86wt%、Si が 0.35wt% 以下、Mn が 0.6wt% 以下よりなる線材にパテンティング処理、伸線加工を数回繰り返して 0.10 ~ 0.50mm に中間伸線する。これを N <sub>2</sub> ガス 90 ~ 95% と H <sub>2</sub> ガス 5 ~ 10% の雰囲気ガスで熱処理した後に、加工度 90% 以上で冷間伸線して最終的に直径 50 μm 以下の超高強度極細高炭素鋼細線を得る。   |
| 特許<br>2609387   | 91.12.07     | 神戸製鋼所         | C : 0.85 ~ 1.20wt%、Si : <0.45wt%、Mn : 0.3 ~ 1.0wt%、Ni : 0.1 ~ 4.0wt% および / または Co : 0.05 ~ 4.0wt% を含有し、必要により Cu、Cr、W、V、Nb、Zr、Mo などを所定量含有し、残部が Fe および不可避不純物からなり、不可避不純物のうち Al、N、P、S については、Al : <0.005wt%、N : <0.005wt%、P : <0.02wt% および S : <0.015wt% に規制して、圧延またはあるいは圧延後の再熱処理において初析セメンタイトの平均含有面積率が 10% 以下とした素材を用いて極細線を製造する。 |
| 特開平<br>5-177245 | 91.12.27     | 川崎製鉄、川鉄テクノワイヤ | C : 0.75 ~ 0.95wt%、Si : 0.05 ~ 0.40wt%、Mn : 0.30 ~ 1.0wt%、Cr : 0.10 ~ 0.50wt% を含む溶鋼を連続铸造し、連続铸造中に鍛圧加工を行うことにより取鍋 C 量 (Co) と鑄片軸心部 C 量 (C) との比 (C) / (Co) を 0.6 ~ 0.8 とし、そのまままたは熱処理後、1 回または熱処理を挟む 2 回以上の伸線を行って最終パテンティング径を 1.80mm 以下とし、最終のパテンティングを施したのち伸線して引張強さ 400kgf / mm <sup>2</sup> 以上とする。                                |
| 特許<br>2549968   | 92.05.07     | 東京製綱          | C 量が 0.65 ~ 0.95wt% のプレーンカーボン鋼線をパテンティング炉に装入して焼入れしパーライト変態させる。変態が完了すると室温まで急冷する。ついで、Cu、Zn などの鍍金を施し熱拡散炉で 500 ~ 600 に再加熱して、フェライト中の固溶カーボンを拡散可能な状態とする。再加熱後 400 以下まで冷却速度 25 ~ 50 / 秒で徐冷した後室温まで急冷する。ついで、後処理装置で酸化皮膜を除去しポピンに巻取る。さらに、冷間引抜き真歪約 3.45 ~ 3.90 を与えることにより、引張り強さ 3,500MPa 以上で靱性を兼ね備えた高強度鍍金付スチールワイヤが得られる。                     |

表 2.3.2-3 スチールコード向け硬鋼線の引抜加工技術の代表的特許 (3/9)

| 公報番号            | 出願日または優先権主張日    | 出願人または権利者                            | 概要   |
|-----------------|-----------------|--------------------------------------|--|
| 特開平<br>5-200428 | 91.10.15<br>(優) | グッドイヤー<br>タイヤ<br>アンド<br>ドラバー<br>(米国) | ワイヤは、ワイヤ線引機械中の複数の標準ダイスを通して線引される。ワイヤの断面積は最終の2個のダイスを除く標準ダイスのおおの約15%ないし約18%の一定の縮減率で縮減される。ワイヤは、最終のダイスに直近のダイスで標準的な縮減率の約10%ないし約90%だけ縮減され、最終ダイスにおいて縮減率の残りが縮減される。  |
| 特開平<br>6-158224 | 92.11.30        | 新日本製鉄                                | 重量%で、C:0.70~1.10%、Si:0.20~2.0%、Mn:0.3~1.5%を含有し、強化元素として、Cr:1.0%以下、Mo:0.2%以下、V:0.3%以下、Ni:1.0%以下の1種または2種以上、残部Feおよび不可避の不純物よりなる組成の鋼線に少なくとも1回以上の熱処理および伸線を施して1,900MPa以上の強度を有する伸線鋼線とする。ついで、スキンプスダイスを通して表面近傍の引張残留応力を低減し、最表層の残留応力値で±150MPaの範囲に制御する。または伸線鋼線を減面率1~10%のスキンプスダイスを1~4回通過させ、さらに複数個のロール間に曲げ角度約10~30°で通過させる。   |
| 特開平<br>6-158225 | 92.11.30        | 新日本製鉄                                | C:0.70~1.10wt%、Si:0.20~2.0wt%、Mn:0.3~1.5wt%を含有し、強化元素として、Cr:1.5wt%以下、Mo:0.2wt%以下、V:0.3wt%以下、Ni:1.0wt%以下の1種または2種以上を含有し、残部がFeおよび不可避の不純物よりなる組成の鋼線を、少なくとも1回以上の熱処理および伸線を施して1,900MPa以上の強度を有する伸線鋼線とする。この伸線鋼線をスキンプス工程およびブルーイング工程を通して表面の引張残留応力を低減し、最表層の残留応力値で±150MPaの範囲に制御する。または、スキンプスの後曲げ加工しついでブルーイング処理する。  |
| 特開平<br>6-293938 | 93.04.08        | 新日本製鉄                                | C:0.8~1.1wt%、Si:0.2~2.0wt%、Mn:0.2~0.6wt%、Cr:0.1~1.0wt%、Al:0.005wt%以下、必要に応じてさらにNi:0.1~1.0wt%、V:0.05~0.5wt%、Mo:0.05~0.3wt%の1種以上、残部はFeおよび不可避不純物からなる鋼線材をパテンティング処理し、引張強さを1,450~1,650MPaとする。この鋼線材をブラス鍍金した後、真歪で3.7~4.5の条件で線径0.1~0.4mmに伸線加工して引張り強さを4,000MPa以上とする。その後、この鋼線を300以上で $12,000 T(20+\log t)$ 、1,100(Tは加熱温度°K、tは加熱時間)の加熱処理を行い、パーライト中のフェライトを5~60%再結晶させる。 |
| 特許<br>2888726   | 93.04.28        | 新日本製鉄                                | C:0.9~1.10wt%、Si:0.4wt%以下、Mn:0.5wt%以下、P:0.020wt%以下、S:0.020wt%以下に加えてCr、Ni、Cuのいずれかを1種以上添加し、鑄片の介在物組成がMnO、CaO、SiO <sub>2</sub> 、Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> の四元系でみた場合に特定領域に80%以上はいり、引張強さが4,000MPa以上、 $(-1,450 \times \log D + 3,400)$ MPa以下、線径0.02~0.15mmの超極細鋼線を得る。   |

表 2.3.2-3 スチールコード向け硬鋼線の引抜加工技術の代表的特許 (4/9)

| 公報番号            | 出願日または優先権主張日 | 出願人または権利者 | 概要  |
|-----------------|--------------|-----------|---|
| 特許<br>2974546   | 93.06.04     | 新日本製鉄     | C:0.6~1.0wt%の中高炭素鋼線材を最終パテントイングして微細なパーライト組織とし、伸線加工の真歪を(3-1.82C)~(4.1-1.82C)の範囲で与えることにより、パーライトコロニーの90%以上が伸線方向に平行で、かつパーライトラメラ間隔が0.02~0.06μmの範囲でパーライトコロニーを構成するセメントタイトの分断率を20%以下の組織を得る。これにより、引張強さ180~250kgf/mm <sup>2</sup> の極細鋼線の疲労特性を向上させることができる。  |
| 特開平<br>7-3338   | 93.06.22     | 神戸製鋼所     | C:0.50~1.0wt%未満、Si:0.1~0.7wt%、Mn:0.6wt%以下、P:0.02wt%以下、S:0.02wt%以下、Al:0.003wt%以下を含有する高炭素鋼線にパテントイング処理と伸線加工を繰返し施す。最終パテントイング処理で径が0.1~1.0mmとしたのち、真歪で4~6の範囲で伸線加工して0.01~0.12mmの線径に仕上げる。この極細鋼線の破断荷重に対して25%以上のバックテンションを付与しつつ、400以上のSR処理を施して直線性を高める。これにより、約400kgf/mm <sup>2</sup> レベル以上の強度を有する極細鋼線が得られる。  |
| 特許<br>2863691   | 93.10.15     | 東京製鋼      | スチールワイヤの表面に黄銅層を形成し、その表面にNi層を形成し、さらにワイヤをトリアジンチオール誘導体を含む伸線潤滑剤中でダイスから引抜いて伸線加工を施して、黄銅とNiとが合金化しかつNi組成が表面側で高く内部に向かって低くなっている被覆層とトリアジンチオール処理層を形成する。   |
| 特開平<br>7-113119 | 93.10.15     | 神戸製鋼所     | C:0.85~1.05重量%、Si:0.1~0.5%、Mn:0.15~0.6%、P:0.02%以下、S:0.02%以下、Al:0.003%以下、必要に応じてさらにCu:0.05~0.2%未満、Cr:0.05~0.6%、Ni:0.1~0.7%の1種以上を含有し、残部Feおよび不可避不純物からなる高炭素鋼線を湿式伸線する。その際最終仕上げダイスの減面率を2~8%として線径0.1~0.4mmとする。これにより素線の引張強さ3,800Mpa以上、絞り30%以上でかつ捻回試験時に縦割れを生ぜず、伸線加工あるいはその後の燃線加工工程で断線や縦割れなどを生じることのない高強度高靱延性極細鋼線を得る。                                  |
| 特開平<br>7-150295 | 93.11.29     | 金井 宏之     | C:0.10~0.35wt%、Si:0.10~0.30wt%、Mn:0.10~0.90wt%を含有する低中炭素鋼材を800~950で18~120秒間加熱し、油などの中に入れて焼入れ処理するかまたはパテントイング処理などの熱処理を施した後、最終伸線により線径が0.10~0.50mmの細線に伸線加工する。線材の横断面において平均断面積 $S = 5 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ で、その形状が細長形状あるいは円形状の金属炭化物が、断面積の2~10%を占める割合で混在する組織を備え、引張強さが2,000~3,000N/mm <sup>2</sup> の優れた強度と靱性を有し伸線加工性に優れたゴム製品補強用鋼線を安価に製造する。 |
| 特開平<br>7-171613 | 93.12.20     | 神戸製鋼所     | 線径0.4~0.01mm、強度240~550kgf/mm <sup>2</sup> の高強度鋼線を、リダクション角度が10~12°、ベアリング長さがベアリング直径の5~30%であるダイヤモンド製円形ダイスを通して伸線する。これにより、伸線長10,000m以上で線径0.40~0.01mm、強度240~550kgf/mm <sup>2</sup> の高強度極細鋼線を得ることができる。   |

表 2.3.2-3 スチールコード向け硬鋼線の引抜加工技術の代表的特許(5/9)

| 公報番号            | 出願日または権利者 | 出願人または権利者 | 概要   |
|-----------------|-----------|-----------|--|
| 特開平<br>7-1027   | 94.03.28  | 新日本製鉄     | TS=290 (BL/D) MPa ( TS : 引張強さの増分、BL : ダイスペアリング長、D : ダイス孔径 ) で最終ワイヤの強度を変える高張力鋼線の製造方法であって、成分 ( C : 0.7 ~ 1.1wt%、Si : <0.4wt%、Mn : <0.5wt%、必要により Cr、Ni、Cu 添加 ) 最終パテティング強度、最終湿式伸線での総減面率を組合せ規定する。   |
| 特開平<br>7-1028   | 94.03.28  | 新日本製鉄     | 最終伸線加工工程において、個別の2個の異なる穴径を持つ引抜ダイスを用い、2つの引抜ダイス間に引抜き力を与えることなく引抜く伸線加工を少なくとも1回以上行う。2つのダイスに、前段のダイスでの減面率 A、後段での減面率 B としたとき $B / (A+B)$ の値が 0.5 以下となるダイスを用いる。そして、2つのダイスの総減面率を 40% 以下にする。これにより、表面から中心軸に向かって少なくとも深さ 0.2R ( R : ワイヤ半径 ) の間は、ワイヤの中心軸方向の残留応力が圧縮側に調整され、周方向に測定された粗度におけるピーク深さが 10 $\mu\text{m}$ 以下とすることができる。         |
| 特開平<br>7-265936 | 94.03.29  | 新日本製鉄     | C : 0.7 ~ 1.10wt%、Si : <0.4wt%、Mn : <0.5wt%、P : <0.020wt%、S : <0.020wt% に加えて、必要に応じて Cr、Ni、Cu のいずれかを 1 種以上添加し、一定のパテティング処理を行い所定の強度を確保した後に、最終伸線の仕上げ以外の減面率を 10 ~ 25%、仕上げでの減面率を 2 ~ 6% でアプローチ角 : 5 ~ 10° の条件で伸線加工してスチールコードを製造する。  |
| 特開平<br>7-308707 | 94.05.17  | 新日本製鉄     | 伸線工程の最終段も含めて最終段から上流の1段以上4段以下において、減面率 2 ~ 10% のスキンパスダイスによる伸線を実施して製造した線径 0.1 ~ 0.4mm で引張強さ 300kgf/mm <sup>2</sup> 以上であるプラス鍍金鋼線に、ショット粒径 : 200 $\mu\text{m}$ 以下、ショット粒の Hv 硬度 : 500 以上、Sp : 2 ~ 100kgf/cm <sup>2</sup> ・秒 ( Sp = 空気噴射圧 ( kgf/cm <sup>2</sup> ) × ショットピーニング処理時間 ( 秒 ) ) の条件で圧縮空気を用いた空気投射方式のショットピーニング処理を行う。 |
| 特開平<br>8-103813 | 94.10.03  | ブリヂストン    | 線材は第1キャプスタンにより、最終ダイスから引抜かれて伸線され、線材の張力が線材の巻取力に合わせられて送り出される。第1キャプスタンから送り出された線材は第2キャプスタンにより引取られ、そして、線材の線速 ( 線材の走行速度 ) が線材の巻取速度に合わせられて送り出され、巻取られる。第1キャプスタンの周速は最終ダイスから引抜かれる線材の線速より大きくされ、第2キャプスタンの周速は最終ダイスから引抜かれる線材の線速とほぼ同じくされる。   |
| 特開平<br>8-108213 | 94.10.07  | 東京製綱      | スチール線材は潤滑ボックス内の潤滑液中に移行され、ガイド兼攪拌用の回転ロール下側で変更されてダイスの伸線加工部の中心線上に正確に導入されて伸線加工される。この際、回転ロールは適度の摩擦で回転し、潤滑液を適度に攪拌する。この攪拌流はダイスの伸線加工部内への潤滑液の導入を助長するとともに、ダイス入口部の潤滑液を効果的に攪拌してその劣化を防止する。また、潤滑用ボックス内の潤滑液を均等、均質化して伸線加工部内に良質かつ適量の潤滑液を導入させる。その結果、伸線加工性能とともに加工精度を高めることができる。   |

表 2.3.2-3 スチールコード向け硬鋼線の引抜加工技術の代表的特許 (6/9)

| 公報番号            | 出願日または優先権主張日 | 出願人または権利者 | 概要  |
|-----------------|--------------|-----------|---|
| 特開平<br>8-132128 | 94.11.01     | 東京製綱      | C: 0.8 ~ 1.05wt% の普通鋼線材を所定中間径に伸線して熱処理、鍍金、鍍金属拡散処理を施した後に乾式伸線を行う。ついで目的線径まで湿式伸線を行い、3,800 MPa 以上の鍍金付スチールワイヤとする。その際、湿式伸線工程を2工程に分け、潤滑液温度を35 以下とする後半の工程で、総伸線回数の半数未満の回数で逆引きを行い、仕上げ引きをスキンプス減面比 1.2 ~ 3.9% のダブルダイスで行うものとする。使用するダイスはアプローチ角(2 )が8 ~ 10 °、ベアリングが0.25 ~ 0.35d の焼結ダイヤモンドニブとすることが好ましい。これにより、デイルミネーションの発生を防止することができる。   |
| 特許<br>2906025   | 95.03.17     | 東京製綱      | C: 0.70 ~ 0.75wt% の炭素鋼線材を熱処理、鍍金処理後、湿式伸線により直径0.10 ~ 0.40mm のワイヤとし、引張強さ $Y(N/mm^2) = -1,960d + 3,580$ 、(d は線径 mm) を満足し、かつ反覆捻回試験におけるトルク低下率7%以下の特性を有するものとする。この特性をワイヤに付与するため、伸線の際には、引抜ダイスとしてアプローチ角8 ~ 10 °、ベアリング長さがダイス孔径 $d_1$ に対し $0.25 \sim 0.35d_1$ のものを使用する。また、直列配置したダブルダイスを使用し、出口側ダイスで断面率 1.2 ~ 3.9% のスキンプスを行う。さらに、ダブルダイスおよびこれより上流側数枚のダイスに焼結ダイヤモンドニブを使用し、最終ダイス通過直後のワイヤ温度を150 以下に制御する。 |
| 特開平<br>8-337844 | 95.06.10     | 住友電気工業    | 鋼線材の組成を重量%で、C: 0.6 ~ 0.95%、Si: 0.05 ~ 1.0%、Mn: 0.1 ~ 1.0%、もしくはC: 0.6 ~ 0.95%、Si: 0.05 ~ 1.0%、Mn: 0.1 ~ 1.0%、Cr: 0.1 ~ 0.5%、残部 Fe および不可避不純物からなり、フェライト組織またはフェライトパーライト組織を有し、そのラメラ間隔が平均で $0.07 \sim 0.3 \mu m$ であるものとする。この鋼線材を $50 \sim 500$ の領域の温度 T において t 時間保持する式で表わされる条件の熱処理を施す。これにより、水素含有量が 0.05ppm 以下で、そのうち 100 から 500 に達するまでに放出される水素量が 0.04ppm 以下である鋼線が得られる。これを素線として冷間伸線を行う。       |
| 特開平<br>9-24413  | 95.07.14     | ブリヂストン    | 仕上線の直径が $0.08 \sim 0.30mm$ である金属線材をスリッパ型伸線機により湿式伸線する方法において、最終キャプスタンの周速を $V_{co}$ 、最終ダイスを通過した金属線材の速度を $V_{wo}$ として $V_{co} = V_{wo}$ とし、任意の伸線パススケジュールのダイスを通過した金属線材の速度を $V_{wn}$ 、金属線材を引取るキャプスタンの周速を $V_{cn}$ として、 $S_n = (V_{cn} - V_{wn}) / V_{co}$ で定義されるスリッパ速度率 $S_n$ を 3 ~ 8% の範囲に設定制御する。  |

表 2.3.2-3 スチールコード向け硬鋼線の引抜加工技術の代表的特許 (7/9)

| 公報番号             | 出願日または優先権主張日 | 出願人または権利者 | 概要  |
|------------------|--------------|-----------|---|
| 特開平<br>9-99312   | 95.10.05     | 新日本製鉄     | C : 0.60 ~ 1.10wt%、Si : 0.10 ~ 0.50wt%、Mn : 0.20 ~ 0.70wt% を含有し、Al : <0.005wt%、P : <0.02wt%、S : <0.02wt%、N : <0.01wt% に規制した高炭素鋼線を連続的にダイスで伸線する。伸線加工歪 が 0.3 の段では 1 段当たりの減面率 R を 10% R 20% とし、0.3 < < 3.0 の段では 1 段当たりの減面率 R を 15% R 25% とし、 3.0 の段では 1 段当たりの減面率 R を 2% R < 15% の条件で伸線することにより、捻回試験時に縦割れが発生しない高強度極細鋼線を製造する。                |
| 特開平<br>9-327718  | 96.06.07     | 新日本製鉄     | 鋼中に硫化物が微細分散し調整冷却後の組織がパーライト組織である C 量が 0.6wt% 以上の高炭素鋼線材に、最終湿式伸線前の冷間での伸線加工を真歪みで 3.0 以上で行う。硫化物をできるだけ伸長させるためには、中間パテンティングを行いながら、冷間での伸線加工を真歪みで 3.0 以上で行う必要がある。望ましくは、中間焼鈍は 1 回に留めるようにする。これにより、硫化物が従来以上に伸長され、 化処理の際により微細な硫化物の分散が得られる。このようにパテンティング処理時の 粒径を小さくすることで、得られる鋼線の延性を向上させ伸線性が改善される。   |
| 特開平<br>10-102143 | 96.09.30     | 新日本製鉄     | 鋼中に 2 μm 以下の微細硫化物が存在する C 量が 0.6wt% 以上の高炭素鋼 1 次伸線材を用いて、同一の熱処理条件下での流動層処理により最終パテンティングを施すに当たり、伸線材の S 量を種々変化させて微細分散硫化物の分布状態を変えることにより種々異なる強度に変化させたパテンティング処理線材を得、これを冷却して最終伸線加工する。  |
| 特開平<br>10-204683 | 97.01.17     | ブリヂストン    | パテンティング処理して組織をパーライトにした下地鋼線材を乾式伸線法で所定線径に縮径加工した後、熱処理して歪みを除去し鍍金下地鋼線材とする。表面に銅と亜鉛を鍍金した後加熱、拡散させて黄銅鍍金を形成させる。この黄銅鍍金下地鋼線材を対抗する溝付ローラ間を少なくとも 1 回通して潤滑剤を用いる事なく、鍍金層に 3% 以下の軽微な圧縮加工を施し、下地鋼線材の表面凹凸のある鍍金層の表面を平坦で均一な面に加工する。その後の穴ダイス伸線加工時に良好な潤滑性を有するとともに、鍍金脱落のない優れた性質の鍍金鋼線材を得る。   |
| 特開平<br>10-211516 | 97.01.27     | 新日本製鉄     | プラス鍍金後ダイスによる伸線加工により製造される 3,000MPa 以上の引張強さを有する極細鋼線において、連続配置したダイスを、 $0.3r \leq R \leq r$ ( $r$ : 伸線速度 m/min、 $R$ : ダイスの回転速度 rpm) で回転させ、極細鋼線表面に露出している Fe の極細鋼線の周長の全周に対する割合を 20% 以下とする。例えば、Cu、Zn 電気鍍金したプラス鍍金鋼線を、湿式潤滑伸線により 0.20 または 0.30mm まで極細伸線を行う。鍍金 Cu、Zn は重量比で Cu : Zn = 70 : 30 で伸線後の鍍金厚が約 0.1 μm になるように設定する。ダイス最終 10 段は回転可能なタイプとする。 |

表 2.3.2-3 スチールコード向け硬鋼線の引抜加工技術の代表的特許(8/9)

| 公報番号             | 出願日または優先権主張日    | 出願人または権利者                           | 概要   |
|------------------|-----------------|-------------------------------------|--|
| 特開平<br>11-33617  | 97.07.09        | 東京製綱                                | 最終段ダイスの上流側のケーシングに1枚のノーマルダイスを設け、下流側にはケーシングにスキンパス用ダイスを2枚直列状に配置する。これにより所定減面率を3分割して得るようにし、2枚のスキンパス用ダイスでそれぞれ減面率 1.2~3.9%のスキンパスを行う。または、最終段のダイスの下流側にスキンパス用のダイスを3枚直列状に配置してそれぞれ減面率 1.2~3.9%のスキンパスを行う。スキンパス用ダイスの1つ前のノーマルダイスでは減面率を2.8~9.8%とすることが適当である。  |
| 特開平<br>10-102201 | 96.09.04<br>(優) | グッドイヤー<br>タイヤ<br>アンド<br>ラバー<br>(米国) | 重量%で Fe、C:1.05~1.7、Mn:0.2~0.8、Si:0.1~0.8、Cr:0.1~0.7、Ni、Mo、V おおの:0.0~0.5、Cu:0.0~0.3 からなり、式で定められる炭素当量 CE が 1.15~1.8wt%の低合金過共析鋼組成物からなる線材に、800~1,100 で5秒間以上、900~1,150 に約1秒間以上加熱する2段のパテンティングを施す。それらの間および後に、約4秒以下で520~620 まで急冷した後、鋼線が体心立方微細構造に転移するのに十分な時間で520~620 に維持後冷却して、直径を40~90%縮小させるのに十分な延伸比まで伸線加工してスチールコードとする。   |
| 特開平<br>10-168525 | 96.09.16<br>(優) | グッドイヤー<br>タイヤ<br>アンド<br>ラバー<br>(米国) | Fe、C、Mn、SiおよびCr、V、Ni、Bからなる群から選ばれる1つ以上の元素とを必須的に含むマイクロ合金化された高炭素鋼から構成されたスチールワイヤを約850~1,050 の範囲内の温度まで少なくとも2秒間にわたって加熱する。ついで、加熱スチールワイヤをオーステナイトからパーライトへの変態が始まるまで約100 /秒よりも低い冷却速度で連続的に冷却する。上記の変態が始まった後に、ワイヤの温度は再熱現象によって上昇する。パテンティング操作はパーライトが体心立方型の結晶構造をもつ鉄相と炭化物相からなる層状組織になった後に完了する。この後、スチールワイヤを周囲温度まで冷却しプラス鍍金し伸線する。  |
| 特開平<br>11-179419 | 97.12.18        | 東京製綱                                | 0.70wt%以上のカーボン含有する高炭素鋼ワイヤの表面に拡散鍍金法により黄銅鍍金層を形成し、黄銅鍍金層上に厚さ 0.02~0.12 $\mu$ m の銅鍍金層を形成した後、ワイヤをダイスを通して引抜き、90~98%の減面率で伸線加工して黄銅と銅とを機械的に合金化させた被覆層を形成することにより、ゴム補強用ワイヤを製造する。  |
| 特開平<br>11-241280 | 98.02.25        | ブリヂストン                              | 0.85 から 1.10wt%の炭素を含有する高炭素鋼中間伸線線材にパーライト化熱処理を行った後に最終湿式伸線を減面率を規定して得られる直径が 0.10~0.40mm の鋼線であり、引張強さ $T_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) が、 $T_s$ 2,500-1,450logD (Dは鋼線の直径(mm)、logは常用対数)で表される関係を満足し、かつ、軸線が直線となるように保持した鋼線に、鋼線の直径の100倍の長さあたり3回に相当する捻りを加えてから元の状態に捻り戻すことを繰り返した時に、鋼線にクラックが発生するまで加えた捻りおよび捻り戻しの総量である繰り返し捻り試験値 RT (回/100D) が、logRT 2.0-0.001 { $T_s$ -(2,500-1,450logD)} で表わされる関係を満足する鋼線である。 |

表 2.3.2-3 スチールコード向け硬鋼線の引抜加工技術の代表的特許 (9/9)

| 公報番号             | 出願日または優先権主張日 | 出願人または権利者 | 概要  |
|------------------|--------------|-----------|---|
| 特開平<br>11-285726 | 98.04.03     | 新日本製鉄     | 表面をプラスチックと銅のみで構成される 4,000MPa 以上の引張強さを有する極細鋼線の製造に際して、伸線加工潤滑剤として油分 10% 以下の水溶性エマルジョン系を使用し、最終ダイス通過後に、発振周波数 45kHz 以上の超音波振動を与えた状態で脱脂用有機溶媒中に 1 ~ 5 秒浸漬させ、さらに pH 2 以下の硫酸銅液に浸漬させた後に Fe 露出部に Cu 鍍金を施すことにより耐腐食疲労特性を改善する。   |
| 特開平<br>11-323496 | 98.05.18     | 新日本製鉄     | 重量%で、C : 1.00 ~ 1.60wt%、Si : 0.10 ~ 0.50wt%、Mn : 0.20 ~ 0.70wt% を含有し、Al : <0.005wt%、P : <0.02wt%、S : <0.02wt% 以下、N : <0.01wt% 以下に規制し残部は鉄および不可避不純物よりなる高炭素鋼圧延線材を熱処理して初析セメントナイト面積率を 15% 以下、平均厚さを 1 μm 以下とする。この線材を 0.4mm 以下の極細鋼線に伸線加工し C 断面の表層と中心のマイクロピッカース硬度差を 40 以下とすることにより、撚り加工可能な線径 0.4mm 以下、強度 4,500MPa 以上の極細鋼線を製造可能とする。 |