

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-168247

(P2009-168247A)

(43) 公開日 平成21年7月30日(2009.7.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 1 6 H 55/17 (2006.01)	F 1 6 H 55/17	Z 3 J 0 3 0
F 1 6 H 55/06 (2006.01)	F 1 6 H 55/06	
B 2 3 F 5/02 (2006.01)	B 2 3 F 5/02	
B 2 3 F 19/05 (2006.01)	B 2 3 F 19/05	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2009-7866 (P2009-7866)
 (22) 出願日 平成21年1月16日 (2009.1.16)
 (31) 優先権主張番号 GM27/2008
 (32) 優先日 平成20年1月16日 (2008.1.16)
 (33) 優先権主張国 オーストリア (AT)

(71) 出願人 508122161
 ミーバ ジンター オーストリア ゲゼル
 シャフト ミット ベシュレンクテル ハ
 フツング
 オーストリア国, アー-4663 ラーキ
 ルヒェン, ドクトルーミッテルパウアー
 シュトラーセ 3
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100077517
 弁理士 石田 敬
 (74) 代理人 100087413
 弁理士 古賀 哲次
 (74) 代理人 100111903
 弁理士 永坂 友康

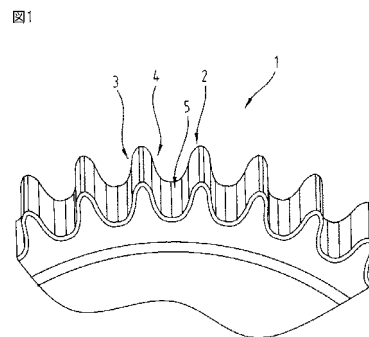
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 焼結歯車

(57) 【要約】

【課題】 焼結歯車の機械的耐負荷能力を改善すること。
 【解決手段】 歯(2)を有する焼結歯車(1)において、歯の間にそれぞれ1つの歯基部(5)が形成されている形式を採用し、また、歯基部(5)は熱機械的に後加工された表面を有しており、表面の表面粗さは、下限0.2µm及び上限2.0µmの範囲から選択される、DIN EN ISO 4287に従って測定された算術平均粗さ値Raを有するように構成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

歯の間にそれぞれ 1 つの歯基部 (5) が形成されている形式の歯 (2) を有する焼結歯車 (1) において、該歯基部 (5) が熱機械的に後加工された表面を有しており、該表面の表面粗さが、下限 $0.2 \mu\text{m}$ 及び上限 $2.0 \mu\text{m}$ の範囲から選択される、D I N E N I S O 4 2 8 7 に従って測定された算術平均粗さ値 R_a を有することを特徴とする、焼結歯車。

【請求項 2】

該歯基部 (5) の表面が、下限 $0.5 \mu\text{m}$ 及び上限 $8 \mu\text{m}$ の範囲から選択される、D B N 3 1 0 0 7 に従って測定された最大粗さプロフィール高さ R_{3z} を有することを特徴とする、請求項 1 に記載の焼結歯車。

10

【請求項 3】

該歯基部 (5) が表面で、歯面の表面と少なくともほぼ同じ硬さを有していることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の焼結歯車。

【請求項 4】

該歯基部 (5) の表面の残留気孔率が最大 12% であることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の焼結歯車。

【請求項 5】

歯の間にそれぞれ 1 つの歯基部 (5) が形成されている歯 (2) を有する、改善された機械的耐負荷能力を有する焼結歯車 (1) を製造する方法において、該歯基部 (5) の表面の表面粗さが、下限 $0.2 \mu\text{m}$ 及び上限 $2.0 \mu\text{m}$ の範囲から選択される、D I N E N I S O 4 2 8 7 に従って測定された算術平均粗さ値 R_a を有するまで、該歯基部 (5) を熱機械的に後加工することを特徴する、焼結歯車 (1) を製造する方法。

20

【請求項 6】

下限 50 及び上限 150 の範囲から選択される粒度を有する研削材によって、該熱機械的後加工を行うことを特徴とする、請求項 5 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、歯の間にそれぞれ 1 つの歯基部が形成されている歯を有する焼結歯車、並びに、改善された機械的耐負荷能力を有する焼結歯車を製造する方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

従来、溶融冶金法を介して製造される構成部分は、とりわけ粉末冶金により製造された構成部分がより複雑なジオメトリでより容易に製造可能であることから、このような粉末冶金により製造された構成部分によってますます頻繁に取って代わられる。しかしながら、製造に起因して、焼結構成部分は付加的な加工を施さなければ、このような焼結構成部分の残留多孔性により機械強度が低下する。一方では、このような残留多孔性が、例えば潤滑性システム内で使用される焼結構成部分のために望まれ、このような場合には、孔は潤滑剤のためのリザーバとして利用することができる。機械的耐負荷能力を改良するために、例えば半径方向の加圧又は圧延により歯車を表面圧縮することによってこのような残留多孔性を低減するように、従来技術においてもすでに極めて種々様々な方法が記載された。しかし従来は、機械的耐負荷能力を高めるためには表面硬化又は表面圧縮によって歯面処理することが中心であり、もしくは、機械的特性を改善するために歯の根元領域の硬さが故意に低減された。

40

【0003】

例えば特許文献 1 には、長時間の曲げ負荷に対して申し分のない強度特性を有する、表面加圧及び曲げが負荷された高強度の肌焼きされた歯車が記載されている。このために、曲げ負荷されたゾーン、すなわち歯の根元部分は、歯面と比較して低い表面硬さもしくは硬化深さを有しており、歯の根元部分内の表面硬さはほぼ $48 \sim 58 \text{HRc}$ の限度内にあ

50

る。このような歯車を製造するために、これらの歯車は、先ずそれ自体周知の方法に従って肌焼きされ、そして硬化後に、歯の根元の硬化層の一部が再び、それも歯の根元からアクティブな歯面プロフィールへの硬さ値のできる限り均一な移行を保ちながら、例えば研削によって除去される。

【 0 0 0 4 】

特許文献 2 から、少なくとも歯面に関して硬化及び / 又は高調質された歯車の歯の根元の強度を高める方法が公知であり、このような歯車の場合、歯面からそれぞれ隣接する歯基部への移行領域に丸みが付けられている。丸みを付けられた移行部の微細な構造は、歯の長手方向の伸びに対して横方向に向けられた表面加工、例えば研削及び / 又は研磨によって形成される。これにより加工筋は、これらが歯に対する力作用方向の平面内にあり、そしてこの力作用方向に対してもはや垂直には位置しないように、歯の長手方向に対して横方向に延びることになる。これにより歯の根元領域内の切り欠き感度は低減され、そして歯車の負荷容量は高められる。

10

【 0 0 0 5 】

特許文献 3 から公知である方法の場合、歯車の歯の根元の研削亀裂を回避するために、歯基部、及び歯基部と歯面と対する接続溝を研削し、場合によっては研磨する。

【 0 0 0 6 】

特許文献 4 には最終的に、歯面の部分ロール研削と関連して、同時に研削によって歯基部を加工する方法が記載されている。

20

【 0 0 0 7 】

焼結歯車の場合、上記特許文献 1 に記載されているように、表面硬さを低減しないために、もしくは「潤滑剤ポケット」として歯の根元領域内の孔を利用可能にするためにも、歯基部のこのような後加工は今まで行われなかった。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 独国特許出願公開第 1 0 0 3 7 7 9 号明細書

【 特許文献 2 】 独国特許出願公開第 2 5 5 6 1 7 0 号明細書

【 特許文献 3 】 独国特許出願公開第 1 1 7 9 0 8 1 号明細書

【 特許文献 4 】 独国特許出願公開第 2 9 3 4 4 1 3 号明細書

30

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

本発明の課題は、焼結歯車の機械的耐負荷能力を改善することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

上記の課題は、本発明による焼結歯車において、歯基部が熱機械的に後加工された表面を有しており、表面の表面粗さが、下限 $0.2 \mu\text{m}$ 及び上限 $2.0 \mu\text{m}$ の範囲から選択される、DIN EN ISO 4287 に従って測定された算術平均粗さ値 R_a を有することによって、並びに、歯基部がこのような表面粗さを有するまで焼結歯車の歯基部を熱機械的に後加工する、焼結歯車の製造方法によって、解決される。驚くべきことに、歯基部の熱機械的後処理が、研削亀裂を回避することにより歯の破断強度を改善できるだけでなく、特に加工面の冷却が十分でない場合、歯基部のこのような表面における熱機械的後加工によって、応力が誘導され、これによりこの領域内の固有応力プロフィール、ひいては焼結歯車の機械的耐負荷能力を高めることができることが確認された。強度は、後加工されていない焼結歯車と比較して、最大 20% だけ上昇する。これにより、圧力固有応力が誘導されることに基づいて、中実材料の強度に近い強度を得ることができ、特に充実鋼歯車と焼結材料から成る歯車との隔たりは、現在の 20% 低い機械強度から、10% までに低減することができる。つまり本発明による焼結歯車によって、中実歯車の強度に匹敵する強度が達成され、これによりこのような焼結歯車の利用幅を広くすることができる。

40

50

十分でない冷却時の熱機械的後加工によって、同時に塑性機械的な縁層強化が達成され、これにより、これらの縁層内の気孔率を減少させることもできる。つまりこれにより、付加的な表面圧縮を達成することができ、もしくは、表面圧縮が熱機械的後加工の前に既に行われているのではない場合には、全体的に表面圧縮を行うことができる。さらに、このような後加工によって、歯のジオメトリの精度を高めることができ、これにより、互いに噛み合う歯車の遊びを低減することができ、ひいてはこのような駆動装置は、改善された音響特性、すなわち僅かな騒音レベルを有することができる。「冷間強化」によって、このような表面領域における温度負荷が比較的小さいので、再結晶化現象が発生することがなく、ひいては、応力低下も生じないことも有利である。さらに、この方法によって、このような焼結歯車の製造方法をより低廉に実施することができる。それというのも、今まで普通に行われているこのような表面のブラッシングを省くことができるからである。同時に、このような後加工によって、歯面の圧延工程に由来する金属薄片が低減される。さらに、これにより同時に、表面上の場合によっては脆弱な硬質層を除去することもできる。

10

20

30

40

50

【0011】

表面粗さは特にまた、下限 $0.6\mu\text{m}$ 及び上限 $1.2\mu\text{m}$ の範囲から選択される、DIN EN ISO 4287に従って測定された算術平均粗さ値 R_a を有する。

【0012】

機械強度を高くするために、そして音響値をさらに改善するために、焼結歯車の歯基部の表面が、下限 $0.5\mu\text{m}$ 及び上限 $8\mu\text{m}$ の範囲から選択される、DBN 31007に従って測定された最大粗さプロフィール高さ R_{3z} を有すると有利である。

【0013】

特に、歯基部の表面は、下限 $1\mu\text{m}$ 及び上限 $5\mu\text{m}$ の範囲から選択される、DBN 31007に従って測定された最大粗さプロフィール高さ R_{3z} を有する。

【0014】

耐負荷能力のために、そして焼結歯車の耐容寿命を長くするために、歯基部が表面で、これに続く歯面の表面、もしくはこれに続く、歯面への移行部の丸み付け部分の表面と少なくともほぼ同じ硬さを有していても有利である。

【0015】

さらに、焼結歯車の1実施態様によれば、歯基部の表面の残留気孔率が最大12%である。驚くべきことに、このような僅かな残留気孔率が、本発明による焼結歯車を備えた歯車駆動装置の潤滑をなお十分に支援するので、これにより達成される改善された機械的耐負荷能力との関連において、すなわち焼結歯車の強度との関連において、歯車の耐容寿命をさらに改善できることが判った。

【0016】

本発明による方法の1実施態様において、下限50及び上限150の範囲から選択された粒度を有する研削材によって、熱機械的後加工が行われる。特に、このような範囲から選択された研削材粒度を用いると、誘導される固有応力がさらに高められることを確認することができた。

【0017】

この場合、下限70及び上限110の範囲から選択される粒度、もしくは90の粒度を有する研削材によって後加工が行われると有利である。

【0018】

本発明のよりよい理解のため、以下の図面により本発明をより詳しく説明する。

【図面の簡単な説明】**【0019】**

【図1】 焼結歯車の歯列領域を示す概略的な部分図である。

【発明を実施するための形態】**【0020】**

念のため述べておくが、種々異なるものとして記載される実施態様において、同一部分

には同一参照符号もしくは同一構成部分符号を付与する。説明全体に含まれる開示内容は、同一参照符号もしくは同一構成部分符号を有する同一部分に、意味に即して転用することができる。また、説明において選択された位置の記述、例えば上、下、側方などは、直接に説明され図示された図面に関するものであり、そして位置が変化したときには、新しい位置に意味に即して転用することができる。さらに、図示され説明された種々異なる実施例の個々の特徴又は特徴の組み合わせも、それ自体独立した、本発明の、又は本発明による解決手段であり得る。

【0021】

当該記述における値範囲に関する全ての数値は、これらの任意の、及び全ての部分範囲を一緒に含むように理解されるべきである。例えば、数値1～10は、下限値1及び上限値10から出発する全ての部分範囲が一緒に含まれるように、すなわち、全ての部分領域が下限値1以上で始まり、そして上限値10以下で終わる、例えば1～1.7、又は3.2～8.1、又は5.5～10であるように理解されるべきである。

10

【0022】

図1は、焼結歯車1の部分図を示している。この焼結歯車1は、焼結歯車1の外周にわたって分配された歯2を有している。

【0023】

本発明の意味における焼結歯車は、焼結材料から製造された歯車を意味する。このための材料としては、特にアルミニウム、鉄、銅、マグネシウム、チタン、並びにこれらの合金が挙げられる。このような焼結金属合金の例は、DIN V 30 910第4部、3頁から明らかである。特に、元素銅、ニッケル、マンガン、クロム、ケイ素、モリブデン、バナジウムのうちの少なくとも1つを含有する焼結鋼が使用される。さらに、このような焼結鋼は、最大0.65重量%程度の炭素を含有することができる。例えば、次の組成を有する焼結鋼を使用することができる：炭素0.2重量%、マグネシウム<0.1重量%、モリブデン0.85重量%、残余は、製造に起因する不純物を含む鉄、又は炭素0.3重量%、クロム1.5重量%、モリブデン0.25重量%、残余は、製造に起因する不純物を含む鉄。

20

【0024】

これらの粉末には、焼結構成部分のための加工助剤、例えば硫化マンガンを添加することができる。

30

【0025】

組成に対する記述全体は、完成した合金を基準にしている。

【0026】

このような合金粉末を製造するために、個々の金属を互いに混合することができ、また既に前合金化された粉末を使用することも可能である。

【0027】

当業者には焼結構成部分の原則的な製造は周知なので、ここでは関連文献を参照されたい。特に焼結構成部分の製造は、場合によっては添加剤及び助剤、例えば滑剤もしくは潤滑剤との粉末の混合、粉末圧縮による未加工品の形成、未加工品の焼結、場合によっては焼結済構成部分の較正及び/又は後圧縮、という方法工程を含む。同様に、製造は、このような構成部分の焼き入れもしくは焼き戻しを含むこともできる。

40

【0028】

周知の通り、歯2はそれぞれ1つの左側及び右側の歯面3、4、並びに、歯面に続いて設けられた歯基部5を有している。両歯面3、4は好ましくは研削されている。

【0029】

本発明によれば、今や、歯基部5は、特に研削及び/又はホーニングによって、熱機械的に後加工される。研削又はホーニングはこの場合、焼結歯車1の軸方向において実施される。これにより、歯基部5の領域内の焼結歯車の表面粗さは、上記構成に相当する算術平均粗さ値Raを有するように達成される。有利には、歯基部5の領域内の最大粗さプロフィール高さR3zは、上記範囲から選択される。

50

【 0 0 3 0 】

両歯面 3、4 も、算術平均粗さ値、並びに場合によっては粗さプロフィール高さに関するこのような値を有することができる。

【 0 0 3 1 】

図 1 から明らかなように、歯面 3、4 の領域内の歯の表面から歯基部 5 の表面への移行領域におけるエッジが焼結歯車 1 の半径方向において破断されていてよく、これにより、焼結歯車 1 の耐負荷能力を高めることができ、特に、別の噛み合い歯車に対する係合が容易になる。

【 0 0 3 2 】

本発明の試験中に下記の実験を行った。

10

【実施例】

【 0 0 3 3 】

実施例 1

本発明による焼結歯車 1 の製造のために、下記組成の合金粉末を使用した：

【 0 0 3 4 】

炭素 0.2 重量%、マグネシウム < 0.1 重量%、モリブデン 0.85 重量%、残余は、製造に起因する不純物を含む鉄。

【 0 0 3 5 】

この合金粉末を、700 MPa の圧力でプレスすることにより未加工品を形成し、続いて、1100 ~ 1350 の温度で焼結した。その後、焼結歯車 1 を母型を貫通するようにプレスすることにより、焼結歯車 1 の較正を行った。

20

【 0 0 3 6 】

貫通プレスの代りに、母型内への導入方向に構成部分を母型から突き出すこともできる。

【 0 0 3 7 】

このように製造された焼結歯車 1 は、約 $6.9 \text{ g} / \text{cm}^3$ のコア密度、及び $7.4 \text{ g} / \text{cm}^3$ を上回る表面密度を有した。

【 0 0 3 8 】

念のため述べておくと、圧縮されていない材料が加工される場合には、焼結歯車 1 全体は少なくともほぼコア密度を有することが可能である。

30

【 0 0 3 9 】

表面圧縮、すなわち較正、及び場合によっては熱化学処理もしくは硬化に続いて、歯面 3、4 並びに歯基部 5 を粒度 90 の研削材で研削した。

【 0 0 4 0 】

パルセータ試験によって、このような焼結歯車 1 において、歯の根元の強度が 870 MPa であると測定することができた。

【 0 0 4 1 】

これと比較して、歯基部 5 の研削を含まない点を除いて同じ方法工程を含む焼結歯車を製造した。この比較歯車はパルセータ試験において、700 MPa ~ 750 MPa の歯の根元の強度を示した。

40

【 0 0 4 2 】

これと比較して、中実鋼から成る歯車、つまり熔融冶金により製造された歯車は、920 MPa の歯の根元の強度を有した。

【 0 0 4 3 】

実施例 2

実施例 1 と同様に焼結歯車 1 を製造した。この場合、歯面 3、4 及び歯基部 5 の表面がほぼ同じ硬さを有することに留意した。この硬さは 650 HV0.1 ~ 870 HV0.1 であった。パルセータ試験は、実施例 1 に記載したものと同一関係をもたらした。

【 0 0 4 4 】

実施例 1 に基づく焼結歯車 1 も実施例 2 に基づく焼結歯車 1 も、歯面 3、4 及び歯基部

50

5の表面領域において、最大12%の残留気孔率を有した。特に、実施例1の残留気孔率は5.1%であり、実施例2の残留気孔率は4.5%であった。

【0045】

実施例3

実質的に実施例1を繰り返した。この場合、歯基部5の表面の、DBN 31007に従って測定された最大粗さプロファイル高さR3zが4.2 μ mとなるように、粒度90の研削材を使用した。パルセータ試験は、実施例1に記載したものと同一関係をもたらした。

【0046】

さらなる実施例

実施例1を複数回繰り返した。この場合、表面粗さを0.2 μ mから3.0 μ mまでの限度で、そして最大粗さプロファイル高さを0.3 μ mから15 μ mまでの限度で変化させた。ここでは、特別の機械的な耐負荷能力がRaに関しては0.2 μ mから2.0 μ mまでの限度で、そしてR3zに関しては0.5 μ mから8 μ mまでの限度でもたらされることが確認された。

【0047】

強度増大の他に、本発明の方法の場合、これに伴い、製造に由来する歯列誤差を少なくとも大部分補償することもできるという副次的な効果が生じる。

【0048】

熱機械的後加工によって、下限10及び上限250の範囲から選択される表面の温度負荷が行われる。特に、加工面、つまり歯基部5及びノ又は歯面3、4の不十分な冷却とともに、もしくは冷却なしにこの方法が行われる。

【0049】

この実施例は、焼結歯車1の1つの可能な実施態様を示す。ここでは、本発明は具体的に示された実施態様に限定されることはなく、むしろ他の実施態様、例えば斜歯歯列、傘歯歯列、平歯歯列なども可能であり、このような変更は、この技術分野で活動する当業者の能力範囲内で、本発明による技術的行為のための教示内容に基づいて可能であることに留意されたい。つまり、上記実施態様の個々の詳細を組み合わせることにより可能になる考えられ得る全体的な実施態様も、権利範囲に含まれる。

【0050】

規則上最後に述べておくと、焼結歯車1の構造をより良く理解するために、焼結歯車は部分的に一定の尺度でなく、且つノ又は拡大し、且つノ又は縮小して示した。

【符号の説明】

【0051】

- 1 焼結歯車
- 2 歯
- 3 歯面
- 4 歯面
- 5 歯基部

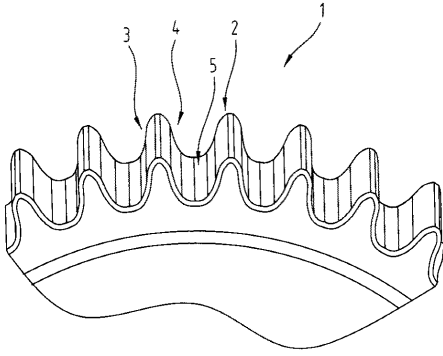
10

20

30

【 図 1 】

図1



フロントページの続き

(74)代理人 100102990

弁理士 小林 良博

(74)代理人 100093665

弁理士 蛸谷 厚志

(72)発明者 ヘルベルト シュミット

オーストリア国, アー - 4 6 5 5 フォルヒドルフ, ゼイルカム 2 7

(72)発明者 カール ディッキンガー

オーストリア国, アー - 4 6 5 5 フォルヒドルフ, ファルケノーレン 4 2

(72)発明者 ボルフガンク ジェッスル

オーストリア国, アー - 4 8 0 1 トラウンキルヒェン, アム ブハベルク 8

Fターム(参考) 3J030 AC02 BC02 BC03 BC10