

(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2015-193045
(P2015-193045A)

(43) 公開日 平成27年11月5日(2015.11.5)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 2 1 J 1/06 (2006.01)	B 2 1 J 1/06	B 4 E 0 8 7
B 2 1 J 13/02 (2006.01)	B 2 1 J 13/02	M

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2015-66607 (P2015-66607)
 (22) 出願日 平成27年3月27日 (2015. 3. 27)
 (31) 優先権主張番号 特願2014-68549 (P2014-68549)
 (32) 優先日 平成26年3月28日 (2014. 3. 28)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000005083
 日立金属株式会社
 東京都港区芝浦一丁目2番1号
 (72) 発明者 田中 茂徳
 島根県安来市安来町2107番地2 日立金属株式会社 冶金研究所内
 (72) 発明者 竹内 俊文
 島根県安来市飯島町1240番地5 株式会社日立金属安来製作所内
 (72) 発明者 小林 信一
 島根県安来市安来町2107番地2 日立金属株式会社 冶金研究所内
 (72) 発明者 上野 友典
 島根県安来市安来町2107番地2 日立金属株式会社 冶金研究所内

最終頁に続く

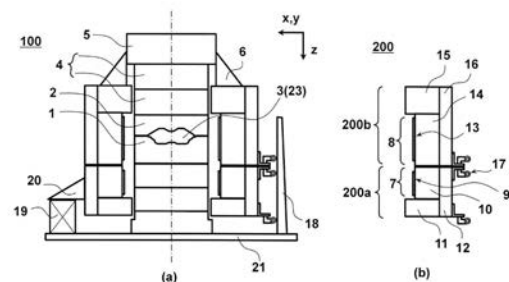
(54) 【発明の名称】 鍛造装置および鍛造製品の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 金型を加熱する構造を備えた鍛造装置を、金型自体を複雑な構造にすることなく小型化する。また、小型化によって鍛造製品の製造方法におけるコスト低減を図る。

【解決手段】 鍛造素材を熱間鍛造するための鍛造装置であって、下型と、前記下型に対向して配置された上型と、前記下型および上型の周囲に配置された加熱装置とを有し、前記加熱装置が、前記下型と上型の対向方向に分割された下側加熱部と上側加熱部を有し、前記下側加熱部と上側加熱部が前記対向方向に離間した状態と当接した状態とを切り替える駆動機構を備えたことを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

鍛造素材を熱間鍛造するための鍛造装置であって、

下型と、前記下型に対向して配置された上型と、前記下型および上型の周囲に配置された加熱装置とを有し、

前記加熱装置が、前記下型と上型の対向方向に分割された下側加熱部と上側加熱部とを有し、

前記下側加熱部と上側加熱部が前記対向方向に離間した状態と、当接した状態とを切り替える駆動機構を備えたことを特徴とする鍛造装置。

【請求項 2】

前記上側加熱部が前記上型と一体的に固定され、

前記駆動機構が前記上型の昇降であることを特徴とする請求項 1 に記載の鍛造装置。

【請求項 3】

前記下側加熱部は前記下型の周囲に位置するように弾性部材で前記対向方向に支持され、

、

前記駆動機構の作動によって前記上側加熱部が前記下側加熱部に当接し、さらに前記下側加熱部は、前記上側加熱部からの押圧力によって前記上側加熱部が当接した状態で下降することを特徴とする請求項 2 に記載の鍛造装置。

【請求項 4】

前記対向方向における、前記下側加熱部の寸法が前記上側加熱部の寸法よりも小さいことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の鍛造装置。

【請求項 5】

前記下型と上型の対向方向において、

前記上側加熱部の寸法が、前記下型および上型が当接することによって形成されるキャビティの寸法よりも大きいことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の鍛造装置。

【請求項 6】

前記下側加熱部および上側加熱部は、前記下型および上型の側面に対向する面に、前記下型と上型の対向方向に折り返したミアンダ状の電熱線を有することを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の鍛造装置。

【請求項 7】

前記下側加熱部の加熱機能と上側加熱部の加熱機能が互いに独立に制御可能であることを特徴とする請求項 5 に記載の鍛造装置。

【請求項 8】

下型と前記下型に対向して配置された上型とを、前記下型および上型の周囲に配置された加熱装置により加熱する第 1 の工程と、

加熱された前記下型に鍛造素材を載置する第 2 の工程と、

前記鍛造素材を熱間鍛造する第 3 の工程とを有し、

前記加熱装置は、前記下型と上型の対向方向に分割された下側加熱部と上側加熱部を有し、

前記第 1 の工程は前記下側加熱部と上側加熱部が前記対向方向に当接した状態で行い、

前記第 2 の工程は前記下側加熱部と上側加熱部が前記対向方向に離間した状態で行うことを特徴とする鍛造製品の製造方法。

【請求項 9】

前記第 3 の工程は前記下側加熱部と上側加熱部が前記対向方向に当接した状態で行い、前記上側加熱部が下降した際、前記上型が前記鍛造素材に当接すると同時またはそれよりも前に、前記上側加熱部が前記下側加熱部に当接することを特徴とする請求項 8 に記載の鍛造製品の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

10

20

30

40

50

【0001】

本発明は、金型を加熱して熱間鍛造を行う鍛造製品の製造方法およびそれに用いられる鍛造装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

蒸気タービンや航空機エンジン用のタービンディスク、タービンブレード等に用いられるNi基超耐熱合金、Ti合金は難加工性材料であるため、その塑性加工には恒温鍛造やホットダイ鍛造等の熱間鍛造が適用されている。恒温鍛造やホットダイ鍛造のように金型を加熱する方法として、金型とは別体でヒータを配置する方法が一般的である。

【0003】

例えば特許文献1では、上型および下型それぞれに加熱コイルを固定した従来の加熱制御装置（特許文献1の第3図）の問題点を解決するために、加熱装置を昇降する機構を備えた加熱制御装置が提案されている。金型の温度変動を効果的に修正するために、有効加熱帯の位置を動的に調整できる加熱制御装置を提供することがその目的である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開昭62-207528号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述した特許文献1に開示された加熱制御装置によれば、金型の温度変動を効果的に修正することが期待できるが、特許文献1の第1図に示されているように、加熱装置は上下方向に一体であるため、上下方向の寸法が大きくなる。そのため、加熱素材（鍛造素材）を搬入する状態と、鍛造加工の終期の状態との間で加熱装置を昇降させるために大きなストロークが必要であり、金型や加熱装置が大型化してしまう問題があった。かかる問題は、加圧方向に長い鍛造素材を用いる場合に顕在化し、鍛造製品の製造コスト低減の妨げとなっていた。

【0006】

上記課題に鑑み、本発明は、金型を加熱する構造を備えた鍛造装置を小型化すること、およびかかる小型化によって鍛造製品の製造方法におけるコスト低減を図ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の鍛造装置は、鍛造素材を熱間鍛造するための鍛造装置であって、下型と、前記下型に対向して配置された上型と、前記下型および上型の周囲に配置された加熱装置とを有し、前記加熱装置が、前記下型と上型の対向方向に分割された下側加熱部と上側加熱部とを有し、前記下側加熱部と上側加熱部が前記対向方向に離間した状態と、当接した状態とを切り替える駆動機構を備えたことを特徴とする。

【0008】

また、前記鍛造装置において、前記上側加熱部が前記上型と一体的に固定され、前記駆動機構が前記上型の昇降であることが好ましい。

さらに、前記下側加熱部は前記下型の周囲に位置するように弾性部材で前記対向方向に支持され、前記駆動機構の作動によって前記上側加熱部が前記下側加熱部に当接し、さらに、前記下側加熱部は、前記上側加熱部からの押圧力によって前記上側加熱部が当接した状態で下降することが好ましい。

【0009】

さらに、前記鍛造装置において、前記対向方向における、前記下側加熱部の寸法が前記上側加熱部の寸法よりも小さいことが好ましい。

さらに、前記下型と上型の対向方向において、前記上側加熱部の寸法が、前記下型およ

10

20

30

40

50

び上型が当接することによって形成されるキャビティの寸法よりも大きいことが好ましい。

【0010】

さらに、前記鍛造装置において、前記下側加熱部および上側加熱部は、前記下型および上型の側面に対向する面に、前記下型と上型の対向方向に折り返したミアンダ状の電熱線を有することが好ましい。

さらに、前記下側加熱部の加熱機能と上側加熱部の加熱機能が互いに独立に制御可能であることが好ましい。

【0011】

本発明の鍛造製品の製造方法は、下型と前記下型に対向して配置された上型とを、前記下型および上型の周囲に配置された加熱装置により加熱する第1の工程と、加熱された前記下型に鍛造素材を載置する第2の工程と、前記鍛造素材を熱間鍛造する第3の工程とを有し、前記加熱装置は、前記下型と上型の対向方向に分割された下側加熱部と上側加熱部を有し、前記第1の工程は前記下側加熱部と上側加熱部が前記対向方向に当接した状態で行い、前記第2の工程は前記下側加熱部と上側加熱部が前記対向方向に離間した状態で行うことを特徴とする。

前記第3の工程は前記下側加熱部と上側加熱部が前記対向方向に当接した状態で行い、前記上側加熱部が下降した際、前記上型が前記鍛造素材に当接すると同時またはそれよりも前に、前記上側加熱部が前記下側加熱部に当接することが好ましい。

【0012】

上記鍛造装置に係る好ましい構成の組み合わせ方は適宜変更することができる。また、上記鍛造装置に係る構成は、上記鍛造装置の製造方法に適用することができる。

【発明の効果】

【0013】

本発明に係る鍛造装置および鍛造製品の製造方法によれば、金型を加熱する構造を備えた鍛造装置を小型化すること、およびかかる小型化によって鍛造製品の製造方法におけるコスト低減が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明に係る鍛造装置の実施形態を示す断面図である。

【図2】本発明に係る鍛造装置の実施形態を示す断面図である。

【図3】本発明に係る鍛造装置の実施形態を示す断面図である。

【図4】加熱部内壁のヒータ配置を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本発明に係る鍛造装置は、恒温鍛造やホットダイ鍛造のように金型を加熱して鍛造素材を熱間鍛造するための鍛造装置であり、下型と、前記下型に対向して配置された上型と、前記下型および上型の周囲に配置された加熱装置とを有する。前記加熱装置が、前記下型と上型の対向方向（以下、単に対向方向ともいう）に分割された下側加熱部と上側加熱部を有し、前記下側加熱部と上側加熱部が前記対向方向に離間した状態と当接した状態とを切り替える駆動機構を備えている点が本発明に係る鍛造装置の特徴の一つである。下側加熱部と上側加熱部とが下型と上型の対向方向に離間した状態を利用して鍛造素材を載置することができるので、加熱装置を昇降させるためのストロークが小さくなり、金型や加熱装置の小型化が実現される。

【0016】

以下、本発明に係る鍛造装置および鍛造製品の製造方法の実施形態を、図を用いて具体的に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。また、本実施形態において説明する各構成は、それ以外の他の構成を設ける趣旨を損なわない限りにおいて他の構成の有無にかかわらず適用することが可能である。

【0017】

(鍛造装置の全体構成)

図1～3は本発明に係る鍛造装置の実施形態であり、それぞれ、鍛造装置の動作状態を示している。図1を用いて鍛造装置の構成を説明する。図のz方向が鉛直方向、すなわち鍛造の加圧方向であり、図1(a)は鍛造装置をz方向に垂直な方向から見た断面図である。鍛造装置100は、下型1と、下型1に対向して配置された上型2と、下型1および上型2の周囲に配置された加熱装置200とを有する。金型の材質はこれを特に限定するものではなく、例えば、JISで規定されるSKD61、SKT4等の熱間金型用鋼の他、Ni基超耐熱合金を用いることができる。下型1および上型2は型彫り面を備え、図1に示すように、下型1と上型2とが当接することで製品形状に対応したキャビティ3が形成される。上型2は複数の下側のダイプレート4、および上側のダイプレート5を介して上ラム(図示せず)に固定され、下型1も同様に複数のダイプレートを介してベース21に固定されている。上ラムが上下方向(z方向)に駆動されて鍛造が行われる。図1に示す鍛造装置は、ディスク状の鍛造製品を製造するために、下型1および上型2を含む金型の、z方向から見た外形は円形である。そのため下型1および上型2を加熱するための加熱装置200は略円筒形である。鍛造製品の形状に応じて、金型の形状や加熱装置の形状は適宜変更することができる。

10

【0018】

図1(b)に加熱装置200の片側断面を示す。加熱装置200は、下型1と上型2の対向方向に分割された下側加熱装置200aと上側加熱装置200bとで構成され、下側加熱装置200a、上側加熱装置200bはそれぞれ下側加熱部7、上側加熱部8を有する。下側加熱部7、上側加熱部8にはヒータ9、13が配置されており、図1に示すように前記対向方向に当接した状態では一体の加熱装置200として機能する。上側加熱部を有する上側加熱装置200bは接続部材6を介してダイプレート5に接続されているため、上側加熱部8は上型2とも一体的に固定されている。上側加熱部8は上型2と一体となって動作し、下側加熱部7と上側加熱部8とが対向方向に離間した状態も実現される。すなわち、上ラムを介した上型の昇降が駆動機構となり、鍛造装置100は、下側加熱部と上側加熱部が前記対向方向に離間した状態と当接した状態とを切り替え可能に構成される。加熱装置200の詳細は後述する。

20

【0019】

図2には、下側加熱部7と上側加熱部8が対向方向に離間した状態を示す。加熱装置200が分割構造になっているため、加熱装置をz方向の途中で開くことができる。したがって、鍛造素材を載置する際の加熱装置の昇降ストロークが小さくて済むため、鍛造装置の小型化が可能である。下側加熱部7と上側加熱部8とが離間した状態と当接した状態とを切り替える駆動機構として、下側加熱部7および上側加熱部8の少なくとも一方に、金型の動作とは独立した駆動機構(例えば、油圧シリンダ、エアシリンダ、モータ)を設けることもできる。但し、図1等に示すように、下側加熱部7と上側加熱部8とが離間した状態と当接した状態とを切り替える駆動機構が上型の昇降であることが、鍛造装置の簡略化の観点からは好ましい。下側加熱部7と上側加熱部8のうち少なくとも一方が金型から独立して昇降可能な構造を採用することで、下型1および上型2の位置関係に応じた下側加熱部7および上側加熱部8の位置設定が可能となる。

30

40

【0020】

下側加熱部7と上側加熱部8とが離間した状態と当接した状態とを切り替える駆動機構について図1～図3を参照しつつ、さらに詳述する。図1および図2に示すように、下側加熱部7は、その外周側に設けられた支持部材20を介して、弾性部材19によって前記対向方向に支持される。また、下側加熱部7の外周側にはキャスト17が設けられており、下側加熱部7はベース21に立設されたガイド18によって径方向(水平方向)に位置決めされているとともに、ガイド18沿って滑らかに昇降することが可能になっている。キャスト17は、下側加熱部7の安定した昇降のために、下側加熱部7の対向方向の両端側に設けられている。また、同様に上側加熱部の下端側にもキャストが設けられている。安定した支持、位置決め観点から、支持部材20およびガイド18はそれぞれ三箇所

50

上に設置することが好ましく、設置位置は、回転対称または線対称の位置であることがより好ましい。なお、図 1 に示す構成では、支持部材 20 およびガイド 18 は外周側にそれぞれ四つずつ設けられているが、図示は省略する。

【0021】

図 2 に示すように下側加熱部 7 と上側加熱部 8 とが離間した状態では、下側加熱部 7 が下型 1 の周囲に位置するように弾性部材 19 で支持することで下型 1 が加熱される。駆動機構の作動、すなわち上型 2 の下降によって上側加熱部 8 が下側加熱部 7 に当接する（図 3）。下側加熱部 7 は弾性部材 19 によって支持されているので、上型 2 が更に下降する際、下側加熱部 7 は弾性部材からの弾性力に抗しながら上側加熱部 8 からの押圧力によって下降する。したがって、下側加熱部 7 は上側加熱部 8 が当接した状態で下降する。一方、鍛造が終了し、上型 2 が上昇する際には、弾性部材の弾性力によって加熱部材は元の位置に復元する。簡易な構造で下側加熱部 7 と上側加熱部 8 との当接を維持することが可能であるうえに、下側加熱部 7 の昇降のために独立した駆動機構が必要ないため、鍛造装置の小型化が可能である。弾性部材の種類はこれを限定するものではないが、例えば圧縮コイルパネを用いることができる。

10

【0022】

（加熱装置）

図 1 (b) に示すように、下側加熱装置 200a、上側加熱装置 200b はそれぞれ下側加熱部 7、上側加熱部 8 を有する。ヒータ 9、13 は、加熱部 7、8 の、下型 1 および上型 2 の側面に対向する面に配置されており、ヒータ 9、13 の外周側には断熱部材 10、14 が配置されている。また、ヒータ 9 の下側およびヒータ 13 の上側には、保温性を高めるために、下型 1 と上型 2 の対向方向（z 方向）から見て、ヒータ 9、13 を覆うように金型側に突出した断熱部材 11、15 が配置されている。下側加熱装置 200a の断熱部材 10、11 は円筒状の外枠 12 の内側に収容され、上側加熱装置 200b の断熱部材 14、15 は円筒状の外枠 16 の内側に収容され、それぞれ略円筒状の断熱構造を形成している。外枠 12、16 は、断熱材およびその外側を覆う金属板で構成されている。

20

また、図示は省略するが、下側加熱装置 200a および上側加熱装置 200b の内周側には、熱電対等の温度センサが配置されている。該温度センサの測定値に基づきヒータ 9、13 の出力を制御することができる。

【0023】

ヒータとしては、例えば、カンタルスーパー（カンタルは登録商標）、ニクロム線等の電熱線、炭化ケイ素系の棒状抵抗発熱体を用いることができる。ヒータは断熱部材の円筒状の内周面上に配置されるため、形状自由度の高い電熱線を用いることが好ましい。電熱線の配置の仕方はこれを特に限定するものではない。図 4 には、加熱部の内周側に電熱線を配する例を示す。図 4 に示す構成は、加熱部 7、8 が、それぞれ、下型 1 および上型 2 の側面に対向する面に、下型 1 と上型 2 の対向方向に折り返したミアンダ状の電熱線 9、13 を有する構成である。かかる構成では、電熱線の延設方向が下型 1 と上型 2 の対向方向であるため該方向の均熱性が高められる。また、電熱線の両端を、近接した位置で加熱装置の外側に引き出すことができるため、電熱線両端の引き回し構造も簡略化できる。

30

【0024】

下側加熱部および上側加熱部の寸法は、鍛造素材や金型の大きさに応じて決めることができる。なかでも図 1 に示すように、下型 1 と上型 2 の対向方向における、下側加熱部 7 の寸法が上側加熱部 8 の寸法よりも小さいことが好ましい。鍛造素材 22 を載置する際、上側加熱部 8 は上型 2 の上昇に伴って上昇する一方、下側加熱部 7 は下型 1 の周囲に配置された状態を維持する。ここで下側加熱部 7 の寸法が大きいと、下側加熱部が下型 1 の金型表面よりも上に大きく突出してしまうため、鍛造素材 22 を載置しにくくなる。加熱部全体として所定の寸法は確保する必要があるため、相対的に下側加熱部 7 の寸法を小さくすることで、鍛造素材 22 を容易に載置することができる。

40

【0025】

また、図 1 に示すように、下型 1 と上型 2 の対向方向において、上側加熱部 8 の寸法が

50

、下型 1 および上型 2 が当接することによって形成されるキャビティ 3 の寸法よりも大きいことが好ましい。かかる構成によれば、上側加熱部 8 単独でキャビティ 3 の周囲を加熱することができるため、金型加熱時の前記対向方向における均熱性を高めることができる。上側加熱部 8 の寸法が、下型と上型の合計寸法以上であることがより好ましい。

【0026】

さらに、下側加熱部 7 の加熱機能と上側加熱部 8 の加熱機能が互いに独立に制御可能であることが好ましい。例えば、図 1 に示すような、下型 1 と上型 2 の対向方向の位置関係において、下型 1 および上型 2 の周囲から外れて下側加熱部 7 が配置されている状態であれば、下型 1 および上型 2 は上側加熱部 8 単独で加熱することも可能である。この場合、下側加熱部 7 の電力を切るか、低下させることで、使用電力量を抑制することができる。また、上述のように下型 1 の下側および上型 2 の上側にはそれぞれ複数のダイブレードが配置されている。かかる構成を採用することで、例えば、ダイブレードに下型および上型に比べて相対的に安価な材料を用いればコスト低減を図ることができるし、ダイブレードに下型および上型に比べて相対的に熱伝導性の低い材料を用いれば金型の保温性を高めることもできる。後者の観点からは、下型・上型とダイブレードの間、ダイブレード同士の間、断熱材を配置することが好ましい。

10

【0027】

(鍛造製品の製造方法)

図 1 ~ 図 3 を参照しつつ、本発明の鍛造製品の製造方法について説明する。上述の鍛造装置に係る構成は本発明の鍛造製品の製造方法に用いることができるため、重複する説明は省略する。鍛造装置の小型化が可能な上述の構成を用いることで、鍛造装置の設置コスト、部品コストの抑制を通じて、鍛造製品の製造方法におけるコスト低減にも寄与する。本発明に係る鍛造製品の製造方法は、下型 1 と、下側 1 に対向して配置された上型 2 とを、下型 1 および上型 2 の周囲に配置された加熱装置 200 により加熱する第 1 の工程と、加熱された下型 1 に鍛造素材 22 を載置する第 2 の工程と、鍛造素材 22 を熱間鍛造する第 3 の工程とを有する。

20

図 1 は、第 1 の工程を、図 2 は第 2 の工程を例示する。また、図 3 が好ましい第 3 の工程の始期の状態を例示し、図 1 は好ましい第 3 の工程の終期の状態も例示している。加熱装置 200 は、下型 1 と上型 2 の対向方向に分割された下側加熱部 7 と上側加熱部 8 を有する。

30

なお、鍛造素材はタービンディスクなどの最終的な鍛造製品形状を得るための予備成形体である。鍛造素材の材質としては、例えば Ni 基超耐熱合金、Ti 合金等を用いることができる。鍛造時の温度は、かかる合金の種類等に応じて設定すればよく、例えば Ni 基超耐熱合金の場合は 850 ~ 1150、Ti 合金の場合は 750 ~ 1050 が実用的な範囲である。なお、鍛造素材は、鍛造温度への加熱のために別な加熱炉(図示せず)で所定の温度に加熱される。

【0028】

図 1 に示すように、まず、上ラムを介して一体的に固定されている上側加熱部 8 と上型 2 とを下降させ、下側加熱部 7 と上側加熱部 8 とを当接させる。第 1 の工程は下側加熱部 7 と上側加熱部 8 が当接した状態で行われるため、下型 1 と上型 2 の加熱・保温が効率よく行われる。また、加熱する範囲を減らすため、図 1 に示すように下型 1 と上型 2 とが当接した状態で加熱を行うことが好ましい。下型 1 と上型 2 の加熱等は、上側加熱部 8 だけで行ってもよいし、下側加熱部 7 と上側加熱部 8 の両方を用いて行ってもよい。

40

【0029】

第 2 の工程は下側加熱部 7 と上側加熱部 8 が下型 1 と上型 2 の対向方向に離間した状態で行う。上型の上昇に伴い離間した上側加熱部 8 と下側加熱部 7 の間から鍛造素材を加熱装置内に挿入し、下型 1 の表面に載置する。鍛造素材は加熱装置内で加熱、昇温することもできるが、鍛造工程を短縮するため、鍛造装置とは別個に準備された加熱炉によってあらかじめ加熱しておくことが好ましい。図 2 に示すように、下側加熱部 7 と上側加熱部 8 とが離間して加熱装置が開いた状態でも、下型 1 は下側加熱部 7 に、上型 2 は上側加熱部

50

8によって側方から加熱されるため、下型1と上型2の温度低下を抑制することができる。

【0030】

第2の工程の後に行う第3工程では、例えば、上型2のみを下降させて鍛造素材を熱間鍛造する方法もあるが、鍛造素材の温度低下をより確実に防止する方法としては、下記の方法が好ましい。下記の方法は恒温鍛造やホットダイ鍛造には特に有効である。

前記第2の工程の後、上型2と加熱装置を固定した上ラムを下降させることで、上側加熱部8が下側加熱部7に当接し、加熱装置が閉じられる。第3の工程は下側加熱部7と上側加熱部8が前記対向方向に当接した状態で行うことが好ましい。これは、鍛造時に鍛造素材の側方から熱が逃げることが抑制するためである。第3の工程において、鍛造開始後に加熱装置が閉じるようにすることも可能であるが、上側加熱部8が下降した際、上型2が鍛造素材22に当接すると同時またはそれよりも前に、上側加熱部8が下側加熱部7に当接することが好ましい。当接した状態で上ラムの下降を一旦停止し、金型及び鍛造素材の温度が所望の値となるよう効率的に加熱を行うことが出来るため、第2の工程により金型や鍛造素材の温度低下があった場合でも、鍛造素材の温度制御をより確実に行うことができるからである。上ラムは、下型1と上型2が当接する位置のような所定位置まで下降し、所定形状の鍛造素材23が得られる。その後、上ラムを上昇させ、下側加熱部7と上側加熱部8が下型1と上型2の対向方向に離間した状態にし、鍛造素材23を取り出す。

10

【0031】

上述のように、図1～図3に示した実施形態は、鍛造開始時から鍛造終了時までの間、鍛造素材、下型および上型を、対向方向に垂直な方向(側方)から加熱することができるため、歪速度が $10^{-1} \sim 10^{-3} / s$ 程度の低速鍛造に特に有効である。

20

【実施例】

【0032】

図1～3に示す鍛造装置を用いて、鍛造素材22としてNi基超耐熱合金(質量%で、 $0.01\% C - 2\% Al - 6\% Ti - 13\% Cr - 24\% Co - 0.4\% Fe - 3\% Mo - 0.0002\% Mg - 0.02\% B - 0.04\% Zr - Bal. Ni$)を用いてホットダイ鍛造を行った。鍛造素材22は、タービンディスクなどの最終的な鍛造製品形状を得るための予備成形体であり、直径90mm、高さ190mmで、重量は約10kgの円柱形状のピレットである。また、下型1及び下型1に対向して配置した上型2の金型材質としては、 γ' の析出強化とMoとWの固溶強化を併用したNi基超耐熱合金を用いた。

30

下側加熱部7と上側加熱部8とが離間した状態と当接した状態とを切り替える駆動機構は金型の動作とは独立した形では特に設けず、上側加熱部8を上側のダイプレート5に固定し、上型を上昇させることで離間した状態と当接した状態とを切り替える構造とした。下側加熱部7には上昇側の機械的なストッパを設置し、下側加熱部7の上面が、下型1の上面と同程度の高さまでしか上昇出来ないようにした。

【0033】

下型1及び上型2の外形は300mm、高さは110mmの略円筒形であり、鍛造素材(鍛造終了時)23の形状に相当する形状のキャピティ3を形成するための型彫り加工を施した。また下型1及び上型2には、下型1及び上型2が当接した際の位置合わせの為のはめあいとして凹凸形状の加工を施した。

40

上型2については、上型2の上面から下型1と接触する面までの高さは86mmであり、下型1と上型2が当接した状態での、上型2の上面から下型1の下面までの高さの合計寸法は196mmである。

下型・上型とダイプレート4の間、ダイプレート同士(4,5)の間に、断熱材を配置することで断熱効果を上げ、ダイプレートの温度上昇を抑制した。ダイプレート4はNi基超耐熱合金とし、ダイプレート5にはSKD61を用いた。断熱材にはシート状のセラミックファイバを用いた。

【0034】

加熱装置200は、下側加熱部7及び上側加熱部8を有しており、それぞれ断面形状が

50

矩形のドーナツ形状である。

下側加熱部 7 は内径 400 mm、外形 600 mm、高さ 120 mm であり、断熱部材 1 1 及び外枠 1 2 を含めた外形は 700 mm、高さは 208 mm であった。また、上側加熱部 8 は内径 400 mm、外形 600 mm、高さ 200 mm であり、断熱部材 1 5 及び外枠 1 6 を含めた外形は 700 mm、高さは 323 mm であった。

上側加熱部 8 の寸法は 200 mm で、下型 1 と上型 2 が当接した状態での下型と上型の合計寸法は 196 mm であり、下型 1 と上型 2 が当接した状態で上側加熱部 8 単独でキャビティ 3 の周囲を加熱することができる構造である。

なお、加熱装置 200 のヒータ 9 としては、カンタルスーパー（カンタルは登録商標）を用い、下型 1 および上型 2 の側面に対向する面に、下型 1 と上型 2 の対向方向に折り返したミアンダ状の形状とした。また、ヒータ 9 の両端を、近接した位置で加熱装置の外側に引き出すことができ、ヒータ 9 両端の引き回し構造の簡略化を行った。

下側加熱装置 200 a および上側加熱装置 200 b の内周側には、R 熱電対を配置し、該 R 熱電対の測定値に基づきヒータの出力を制御した。また、下型 1 及び上型 2 の側面外周部にも R 熱電対を配置し、金型の実温も測定出来るようにした。

【0035】

以下の手順で鍛造実験を行った。

鍛造素材 2 2 は別に用意した加熱炉を用いて予熱を行い、鍛造時の温度は 1100 とした。

加熱装置による金型の加熱については、図 3（但し鍛造素材 2 2 がない状態）の位置で、下側加熱部 7 と上側加熱部 8 の両方を用いて加熱し、金型のキャビティが形成された表面の温度を 650 とした。

鍛造素材および金型の加熱が所定の温度に上昇したことを確認した後、下型 2 に鍛造素材を載置するため、上側加熱装置 200 b を上昇させ、搭載に必要な間隔を設けた。高さ 190 mm の鍛造素材 2 2 を容易に所定の位置に載置するため、約 300 mm の間隔とした。加熱装置 200 が分割構造になっているため、問題なく下型の所定の位置に鍛造素材を載置できた。

鍛造素材の搭載が完了した後、上側加熱部 8 を下降させ、上側加熱部 8 と下側加熱部 7 及び上型 2 と鍛造素材 2 2 がそれぞれ当接するようにした。その際、上型 2 が鍛造素材 2 2 に当接する約 10 mm 程度前の段階で上側加熱部 8 が下側加熱部 7 に当接するように調整し、上側加熱部 8 が下側加熱部 7 を 10 mm 程度押し下げた位置で上型 2 が鍛造素材 2 2 に当接するようにした。この位置で一旦上型 2 の下降を停止し、金型及び鍛造素材の温度調整を行った。これは鍛造素材搭載時に金型及び鍛造素材の温度が低下するため、その低下を回復するための調整である。

金型及び鍛造素材の温度が、それぞれ 650 及び 1100 の所定の温度に回復するのを待ち、上型 2 を下降させホットダイ鍛造を実施した。その時の歪速度は、 $4 \times 10^{-2} / s$ であった。

以上の手順により、鍛造素材（鍛造終了時）2 3 の製造をすることが出来た。鍛造素材（鍛造終了時）2 3 は円形のディスク形状であり、最外周の径は 200 mm、最厚部の高さは 64 mm であり、問題なくホットダイ鍛造が行えた。

【符号の説明】

【0036】

- 1：下型
- 2：上型
- 3：キャビティ
- 4：ダイプレート
- 5：ダイプレート
- 6：接続部材
- 7：下側加熱部
- 8：上側加熱部

10

20

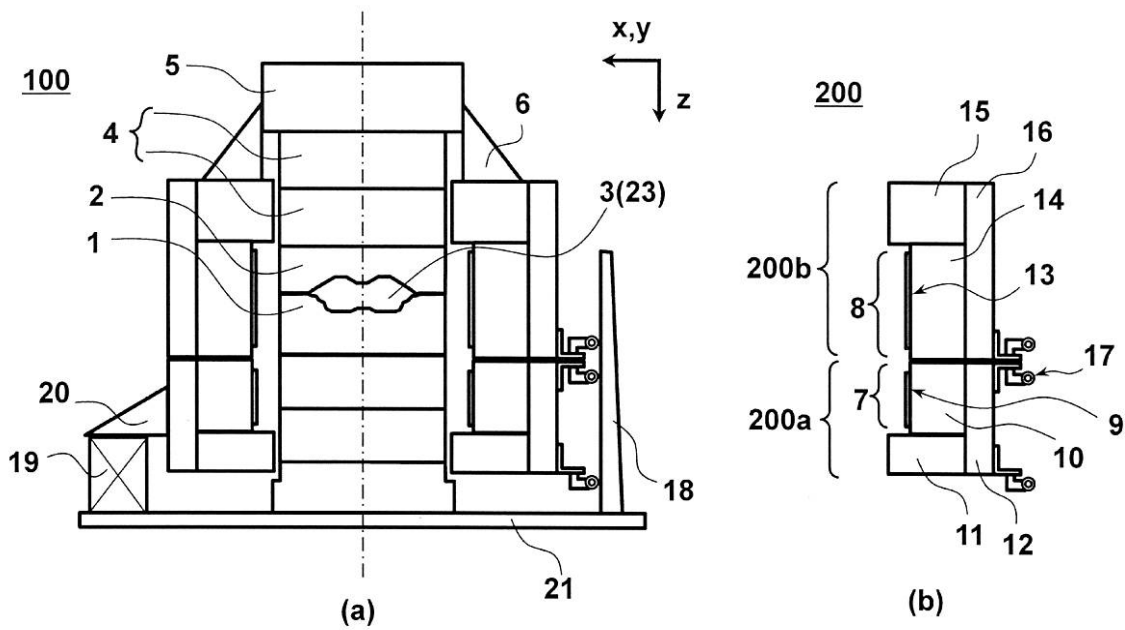
30

40

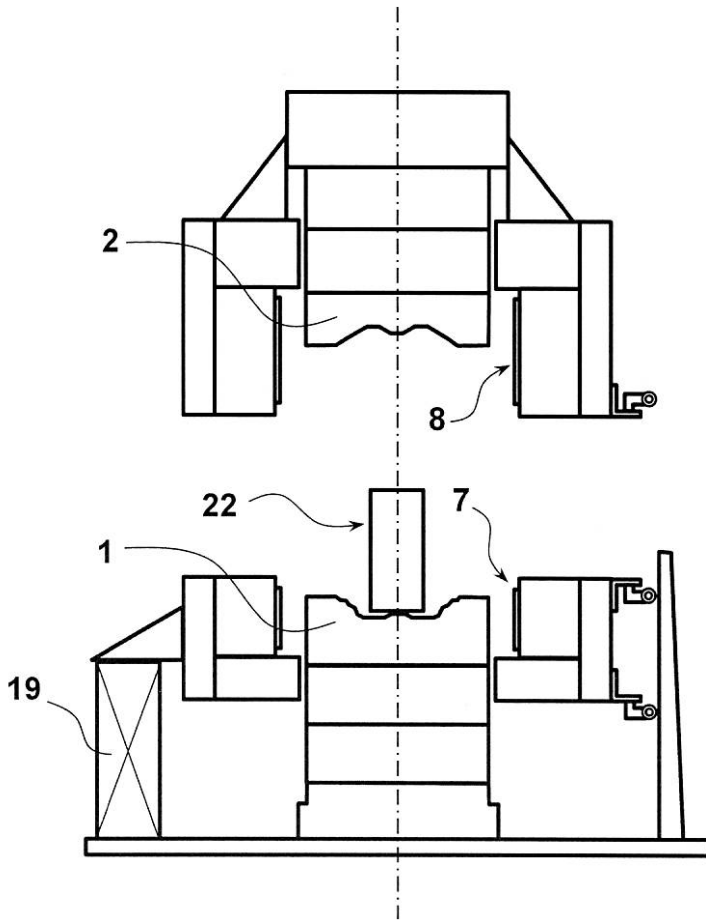
50

- 9 : ヒータ
- 10 : 断热部材
- 11 : 断热部材
- 12 : 外枠
- 13 : ヒータ
- 14 : 断热部材
- 15 : 断热部材
- 16 : 外枠
- 17 : キャスタ
- 18 : ガイド
- 19 : 弾性部材
- 20 : 支持部材
- 21 : ベース
- 22 : 鍛造素材
- 23 : 鍛造素材 (鍛造終了時)

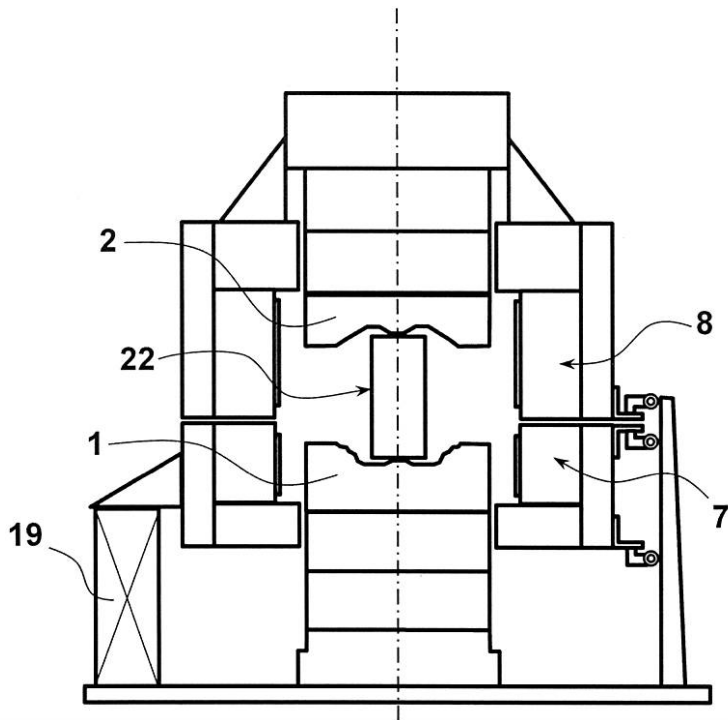
【図1】



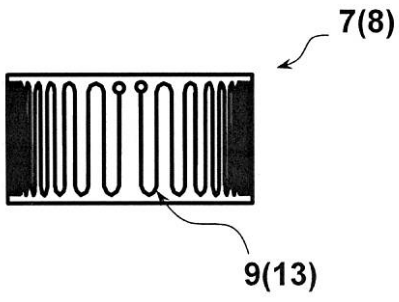
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4E087 AA10 CA11 CB01 DB15 ED12 GA01 HA15 HA45