

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 878/2009
(22) Anmeldetag: 05.06.2009
(45) Veröffentlicht am: 15.04.2012

(51) Int. Cl. : **B21J 5/00** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 4016340C1

(73) Patentinhaber:
BÖHLER SCHMIEDETECHNIK GMBH & CO
KG
A-8605 KAPFENBERG (AT)

(72) Erfinder:
ROCKENSCHAUB KARIN
TROFAIACH (AT)
MARKETZ WILFRIED
KIRCHDORF AM INN (DE)

(54) VERFAHREN ZUR WARMFORMGEBUNG EINES WERKSTÜCKES

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Warmformgebung durch Massivumformung wie Schmieden oder Walzen eines Werkstückes oder Vormaterials aus Metall oder aus einer intermetallischen Verbindung bei einer Temperatur von über 1000°C.

Weiters bezieht sich die Erfindung auf ein Mittel für eine Beschichtung zur Verminderung der Wärmeabstrahlung von einem auf Umformtemperatur gewärmten Werkstückes oder Vormaterials.

Gemäß der Erfindung ist vorgesehen, dass in einem ersten Schritt die Oberfläche des Werkstückes mit einem Beschichtungsmittel, bestehend aus einer Oxidphase, einem Additiv bzw. einem Haftmittel und einem Bindemittel, zumindest teilweise abgedeckt und die Beschichtung verfestigen gelassen wird, wonach in einem Folgeschritt ein Anwärmen mit einer Durchwärmung des Vormaterials auf Verformungstemperatur erfolgt und dieses zu einem formgebenden Mittel verbracht und mit diesem zu einem Formkörper oder Walzprodukt verarbeitet bzw. geschmiedet oder gewalzt wird.

Das Mittel für eine Beschichtung besteht aus einer Oxidphase als Hauptkomponente und einem oder mehreren Additiv(en) als Zusatz sowie flüssigen Komponenten.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Warmformgebung durch Massivumformung wie Schmieden oder Walzen eines Werkstückes oder Vormaterials aus Metall oder aus einer intermetallischen Verbindung bei einer Temperatur von über 1000°C.

[0002] Weiters bezieht sich die Erfindung auf ein Mittel für eine Beschichtung zur Verminderung der Wärmeabstrahlung von einem auf Umformtemperatur gewärmten Werkstück oder Vormaterial.

[0003] Eine Warmverformung eines Werkstückes aus Metall, wie Gussblock oder primär verformtes Vormaterial aus Metall oder aus intermetallischen Verbindungen zu einem Schmiedeteil, erfordert bei Werkstoffen mit schlechten Verformungseigenschaften eine genaue Temperaturführung vom Wärmen bis zum Austrag des Teiles aus dem Umformmittel.

[0004] Eine ausreichende Verformbarkeit des Materials des Werkstückes ist oft nur in einem engen Temperaturfenster gegeben, weil tiefere Formgebungstemperaturen zu einer Brüchigkeit und höhere Temperaturen ebenfalls zu einer Brüchigkeit und/oder zu einer Grobkornbildung des Gefüges des Werkstoffes führen.

[0005] Ggf. liegt die Grenze einer ausreichenden Verformbarkeit bei hohen Temperaturen von über 1000°C.

[0006] Die abgestrahlte Wärmeenergie vergrößert sich im Allgemeinen bei steigender Temperatur mit der vierten Potenz, sodass bei hohen Oberflächentemperaturen des Werkstückes der Energieverlust und der Temperaturabfall im Randbereich in der Zeiteinheit hoch sind.

[0007] Bei erforderlich hohen Umformtemperaturen ist es somit schwierig und/oder aufwändig, auch im Randbereich des Werkstückes über eine erforderliche Zeitspanne eine Temperatur mit ausreichender Verformbarkeit des Werkstoffes sicher zu stellen. Werkstücke werden in üblicher Weise in einem Ofen auf Umformtemperatur gewärmt. Das durchwärmte Teil wird in der Folge mit bekannten Mitteln aus dem Ofen ausgetragen, zu einem formgebenden Mittel verbracht, auf einen Rollgang oder ein Werkzeugteil aufgelegt und mit Werkzeugen umformend verarbeitet. Während dieser Zeitspanne strahlt die Oberfläche des Werkstückes Wärme ab und/oder diese wird in die Werkzeuge abgeleitet.

[0008] Das allgemeine Problem besteht also in einem raschen Temperaturverlust der oberflächennahen Zone des Werkstückes und einem sich daraus ergebenden Auftreten von Fehlern, wie bspw. Rissen.

[0009] Zur Lösung dieses Problems wurde schon vorgeschlagen und erfolgt auch ggf. ein Verbringen des durchwärmten Werkstückes in kurzer Zeit. Allerdings ist es meist nicht möglich, die Wärmeaggregat- und die Umformeinrichtung in unmittelbarer Nähe zu positionieren.

[0010] Weiters wurde schon versucht, das Werkstück derart hoch zu erhitzen, dass auch bei einem Temperaturabfall dessen Oberflächenzone noch im Temperaturbereich der Verformbarkeit des Werkstoffes liegt. Allerdings können derart eine Vergröberung und/oder Verschlechterung der Mikrostruktur oder Zentrumsfehler entstehen.

[0011] Es sind auch Verfahren bekannt (DE 40 16 340 C1), das Werkstück in einer Kapsel bzw. einer Ummantelung einzuschließen und in dieser zu wärmen und zu verformen. Ein derartiges Verfahren kann im Hinblick auf eine Umformung eines Teiles in einem engen Temperaturfenster, insb. bei einer Legierungsentwicklung, durchaus zielführend sein, erfordert jedoch einen hohen Aufwand.

[0012] Verfahrenstechnisch ist auch ein Isotherm-Schmieden des Werkstückes möglich und zielführend, bei welchem die Werkzeuge auf eine Temperatur nahe der Umformtemperatur gewärmt sind. Ein derartiges Verfahren ist jedoch höchst aufwändig und kostenintensiv.

[0013] Die Erfindung zielt nun darauf ab, ein neues Verfahren der eingangs genannten Art zur Umformung eines Werkstückes anzugeben, welches die Nachteile der bekannten Verfahren

überwindet.

[0014] Dieses Ziel wird bei einem gattungsgemäßen Verfahren dadurch erreicht, dass in einem ersten Schritt die Oberfläche des Werkstückes mit einem Beschichtungsmittel, bestehend aus einer Oxidphase, einem Additiv bzw. einem Bindemittel, zumindest teilweise abgedeckt und die Beschichtung verfestigen gelassen wird, wonach in einem Folgeschritt ein Anwärmen mit einer Durchwärmung des Vormaterials auf Verformungstemperatur erfolgt, sodann dieses zu einem formgebenden Mittel verbracht und mit diesem zu einem Formkörper oder Walzprodukt verarbeitet bzw. geschmiedet oder gewalzt wird.

[0015] Die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erreichten Vorteile sind im Wesentlichen darin zu sehen, dass insb. während eines Verbringens des Werkstückes zum formgebenden Mittel die Abstrahlung und somit der Temperaturverlust in der Zeiteinheit reduziert werden. Dies gilt auch beim Auflegen des Werkstückes auf einen Rollgang oder auf ein Werkzeugteil. Überraschend für den Fachmann hat sich gezeigt, dass ein beschichtetes Werkstück beim Wärmen im Ofen keine längeren Wärmzeiten erfordert.

[0016] Es ist erfindungsgemäß wichtig, dass die Beschichtung des Werkstückes mit einer gleichmäßigen Schichtstärke erfolgt und dass keinerlei Abplatzen der Schicht beim Wärmen und beim nachfolgenden Verbringen zum formgebenden Mittel gegeben ist. Die Beschichtung vermindert auch zumindest beim ersten Verformungsschritt den Wärmeübergang vom Werkstück in das Werkzeug.

[0017] Eine besonders gute Haftung der Schicht kann nach der Erfindung erreicht werden, wenn eine Beschichtung der Oberfläche des Werkstückes oder Vormaterials bei einer Temperatur desselben von über 100°C, vorzugsweise bei etwa 200°C, erfolgt.

[0018] Wenn, wie gefunden wurde, eine Beschichtung der Oberfläche des Werkstückes oder Vormaterials durch Tauchen in ein oder Besprühen mit einem Beschichtungsmittel erfolgt, kann in günstiger Weise eine weitestgehend gleichmäßige Schichtstärke auf der Oberfläche erreicht werden.

[0019] Um ein Optimum für ein Vermindern der Abstrahlung von Wärmeenergie von der Oberfläche und gute Schichthaftung einerseits und eine gewünscht hohe Oberflächengüte des verformten Werkstückes andererseits zu erreichen, kann es von Vorteil sein, wenn die Beschichtung mit einer verfestigten Schichtstärke von größer als 0.1mm, bevorzugt mit einer Schichtstärke von 0.3mm bis 3.0mm, durchgeführt wird.

[0020] Die weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Mittel für eine Beschichtung zur Verminderung der Wärmeabstrahlung von einem auf Umformtemperatur gewärmten Werkstück oder Vormaterial zu schaffen, welches Mittel leicht dünn und mit gleicher Schichtstärke auf die Oberfläche eines Werkstückes vor dem Wärmen aufbringbar ist, während des Wärmevorganges im Ofen nicht abblättert, beim Verbringen zum Werkzeug hin bis zum ersten Umformschritt eine ausreichende Haftung hat und die Schmiedestückgüte verbessert.

[0021] Diese Aufgabe wird durch ein Mittel, bestehend aus einer Oxidphase als Hauptkomponente und einem oder mehreren Additiv(en) bzw. Haftmittel(n) als Zusatz sowie flüssige Komponenten, gelöst.

[0022] Gemäß der Erfindung wirkt die Oxidphase als hitzebeständige Isolierkomponente, wobei ein oder mehrere Additiv(e) oder Haftmittel mit geringeren Anteilen die Oxdikörner verbindet (verbinden) und auf dem Substrat hält (halten). Die flüssige(n) Komponente(n) dient (dienen) der Homogenisierung der Phasen und einer Einstellung eines gewünschten Flüssigkeitsgrades zur homogenen Aufbringung auf die Oberfläche des Werkstückes oder Teiles.

[0023] Ein Mittel, bei welchem die Hauptkomponente bzw. Oxidphase aus Zirkonoxid mit einem Anteil in Gew.-% von größer 70, bevorzugt von 80 bis 98, insb. von 90 bis 97, gebildet ist, hat sich im Hinblick auf eine wesentliche Verringerung der Wärmeabstrahlung als besonders günstig herausgestellt.

[0024] Wenn nun der Anteil von Zirkonoxid größer ist als 70 Gew.-%, kann ein Mittel, bei wel-

chem die Additive aus Methylzellulose und/oder Mikrosilika mit Anteilen in Gew.-% von 0.1 bis 1.0, bevorzugt 0.2 bis 0.7, bzw. 1.0 bis 10.0, bevorzugt 2.0 bis 8.0, gebildet sind, besonders vorteilhaft für eine Beschichtung von TiAl-Legierungen verwendet werden, weil dieser Legierungstyp und der Beschichtungswerkstoff nur geringfügig von einander abweichende Ausdehnungskoeffizienten haben.

[0025] Als flüssige Komponente ist dem Mittel Natriumsilikatglas mit einem Anteil in Gew.-% von 15 bis 65, bevorzugt von 20 bis 60, zugesetzt, wobei sich dieser Zusatz auf die Oxidphase mit dem (den) Additiv(en) bezieht.

[0026] Als besonders gleichmäßig auftragbar haftend und gut wärmedämmend wirksam hat sich ein Mittel herausgestellt, bei welchem die Oxidphase mit einem Korndurchmesser von 1 μm bis 50 μm gebildet ist, vorzugsweise eine mittlere Korngröße von $d_{50} = 12.5 \mu\text{m}$ aufweist.

[0027] Wie vorher bei der thermischen Dehnung erwähnt, hat sich eine Verwendung des vorgenannten Verfahrens zur Warmformgebung eines Werkstückes und die Verwendung eines Mittels gemäß obiger Angaben zur Verminderung der Wärmeabstrahlung von einem auf Umformtemperatur gewärmten Werkstück für die Warmverformung von Teilen aus einer Gamma-Titan-Aluminium-Basislegierung als besonders vorteilhaft herausgestellt, wobei ein Wärmen dieser Legierung bis über 1280°C vorgenommen werden kann und die fehlerfreie Beschichtung eine erhebliche Verminderung des Temperaturabfalls der oberflächennahen Zone des Werkstückes in der Zeiteinheit bewirkt.

[0028] An Hand von Ergebnissen aus den Entwicklungsarbeiten und aus den vergleichenden Untersuchungen des Temperaturverlaufes über die Zeit an Versuchskörpern soll die Erfindung näher beschrieben werden.

[0029] Es zeigen:

[0030] Fig. 1 thermische Dehnung einer TiAl-Legierung und einer Zirkonoxidbeschichtung über der Temperatur

[0031] Fig. 2 Probenkörper mit Position der Messstellen

[0032] Fig. 3 Abkühlkurven über der Zeit von beschichtetem Stab und blankem (unbeschichtetem) Stab in einer oberflächennahen Position

[0033] Fig. 4 Abkühlkurven über der Zeit vom beschichtetem Stab und blankem Stab im Stabkern

[0034] Fig. 1 zeigt die Ausdehnung eines Substrates aus einer Gamma-Titan-Aluminium-Basislegierung und einer Zirkon-Beschichtung in Abhängigkeit von der Temperatur bis zu 1000°C. An Hand der Darstellung ist zu bemerken, dass die thermische Dehnung beider Stoffe lediglich geringe Unterschiede zeigt, was eine Vermeidung eines Abplatzens der Schicht vom Grundmaterial begründet.

[0035] In Fig. 2 ist ein Probekörper mit einem Durchmesser von 40mm $\varnothing$ dargestellt, welcher eine oberflächennahe Bohrung und eine zentrische Bohrung für Thermoelemente aufweist.

[0036] Die Versuche erfolgten derart, dass unbeschichtete und beschichtete Probekörper mit Thermoelementen ausgerüstet und auf eine Temperatur von ca. 1290°C gewärmt wurden. Nach einer Durchwärmung wurden die Probekörper aus dem Inertgasofen ausgebracht, auf einer feuerfesten Unterlage positioniert und der Temperaturverlauf in Abhängigkeit von der Zeit gemessen.

[0037] Fig. 3 zeigt den Temperaturabfall in Abhängigkeit von der Zeit in der oberflächennahen Zone von unbeschichteten und beschichteten Probekörpern. Ca. 30 sec. nach dem Austrag der Probekörper weist ein unbeschichteter Stab im Oberflächenbereich eine Temperatur von ca. 1165°C und ein mit einer Zirkonschicht versehener eine solche von ca. 1215°C auf.

[0038] Fig. 4 zeigt den Temperaturabfall im Zentrum des Probekörpers.

[0039] Fig. 3 und Fig. 4 bedürfen für einen Fachmann keiner weiteren Erklärung und zeigen

deutlich eine die Wärmeabstrahlung vermindernde Wirkung einer Zirkonoxid-Basis-Beschichtung eines Probekörpers aus einer Gamma-Titan-Aluminium-Basislegierung.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Warmformgebung durch Massivumformung wie Schmieden oder Walzen eines Werkstückes oder Vormaterials aus Metall oder aus einer intermetallischen Verbindung bei einer Temperatur von über 1000°C, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem ersten Schritt die Oberfläche des Werkstückes mit einem Beschichtungsmittel, bestehend aus einer Oxidphase, einem Additiv bzw. einem Haftmittel und einem Bindemittel, zumindest teilweise abgedeckt und die Beschichtung verfestigen gelassen wird, wonach in einem Folgeschritt ein Anwärmen mit einer Durchwärmung des Vormaterials auf Verformungstemperatur erfolgt und dieses zu einem formgebenden Mittel verbracht und mit diesem zu einem Formkörper oder Walzprodukt verarbeitet bzw. geschmiedet oder gewalzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Beschichtung der Oberfläche des Werkstückes oder Vormaterials bei einer Temperatur desselben von über 100°C, vorzugsweise bei 200°C, erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Beschichtung der Oberfläche des Werkstückes oder Vormaterials durch Tauchen in ein oder Besprühen mit einem Beschichtungsmittel erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschichtung mit einer verfestigten Schichtstärke von größer als 0.1mm, bevorzugt mit einer Schichtstärke von 0.3mm bis 3.0mm, durchgeführt wird.
5. Mittel für eine Beschichtung zur Verminderung der Wärmeabstrahlung von einem auf Umformtemperatur gewärmten Werkstück oder Vormaterial, bestehend aus einer Oxidphase als Hauptkomponente und einem oder mehreren Additiv(en) als Zusatz sowie flüssige Komponenten.
6. Mittel nach Anspruch 5, bei welchem die Hauptkomponenten bzw. Oxidphase aus Zirkonoxid mit einem Anteil in Gew.-% von größer 70, bevorzugt von 80 bis 98, insbesondere von 90 bis 97, gebildet ist.
7. Mittel nach Anspruch 5 oder 6, bei welchem die Additive aus Methylzellulose und/oder Mikrosilika mit Anteilen in Gew.-% von 0.1 bis 1.0, bevorzugt 0.2 bis 0.7, bzw. 1.0 bis 10.0, bevorzugt 2.0 bis 8.0, gebildet ist.
8. Mittel nach einem der Ansprüche 5 bis 7, bei welchem als flüssige Komponente Natriumilikatglas mit einem Anteil in Gew.-% von 15 bis 65, bevorzugt von 20 bis 60, zugesetzt ist.
9. Mittel nach einem der Ansprüche 4 bis 7, bei welchem die Oxidphase mit einem Korndurchmesser von 1 µm bis 50 µm gebildet ist, vorzugsweise eine mittlere Korngröße von $d_{50} = 12.5 \mu\text{m}$ aufweist.
10. Verwendung des Verfahrens zur Warmformgebung eines Werkstückes gemäß den Ansprüchen 1 bis 5 und eines Mittels für eine Beschichtung zur Verminderung der Wärmeabstrahlung von einem auf Umformtemperatur gewärmten Werkstück gemäß den Ansprüchen 6 bis 9 für die Warmverformung von Teilen aus einer Gamma-Titan-Aluminium-Basislegierung.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

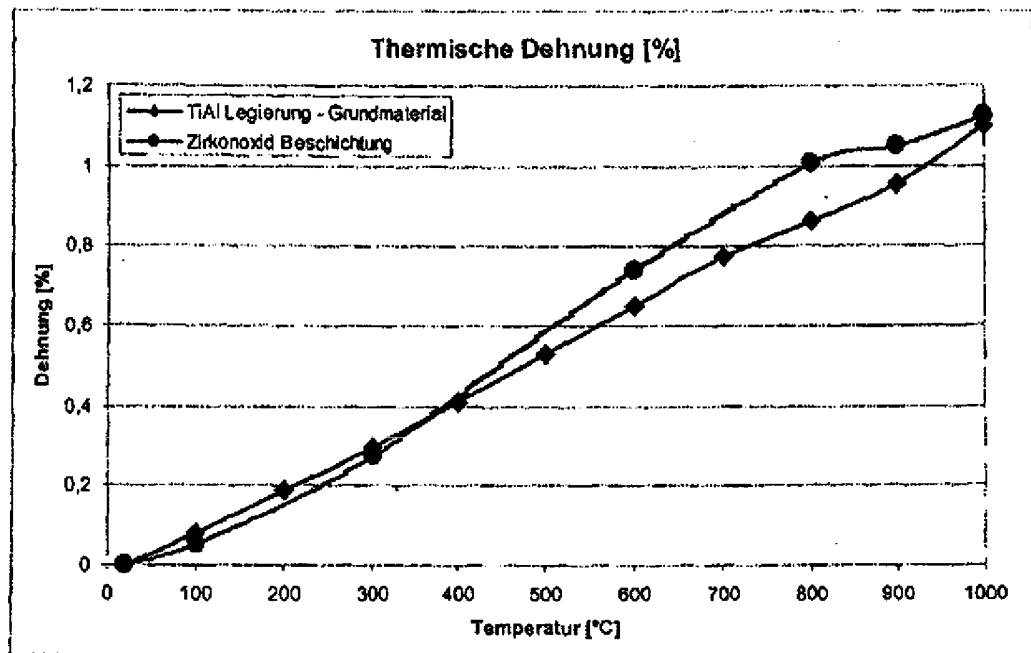


Fig. 1

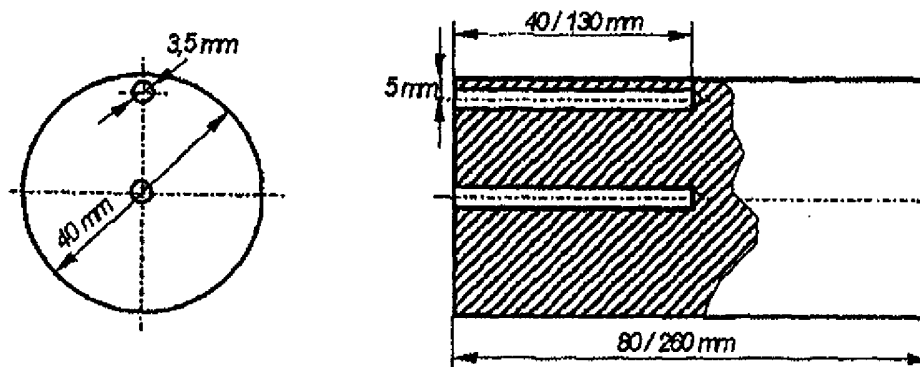


Fig. 2

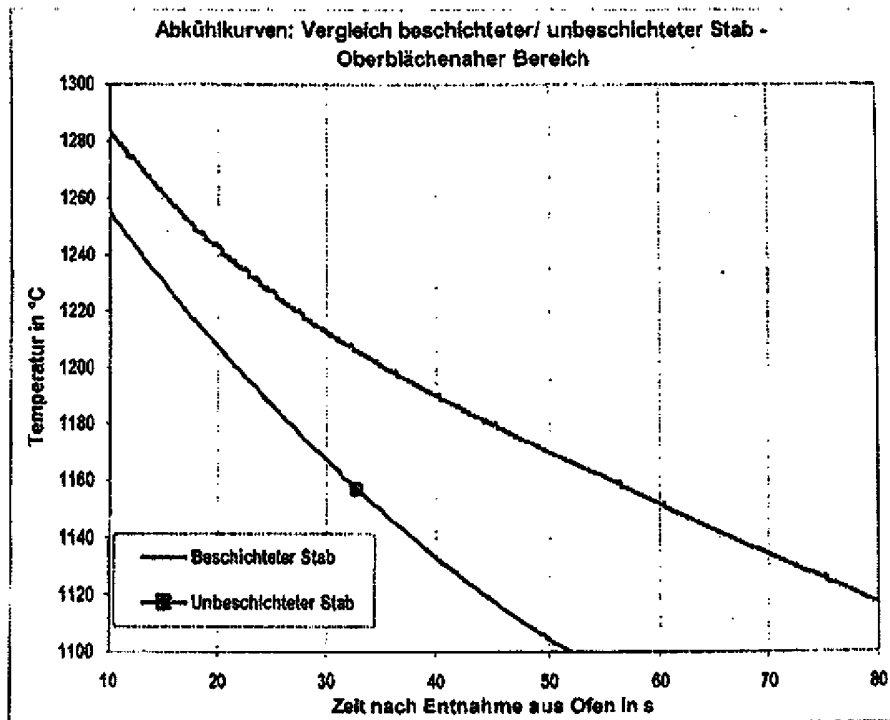


Fig. 3

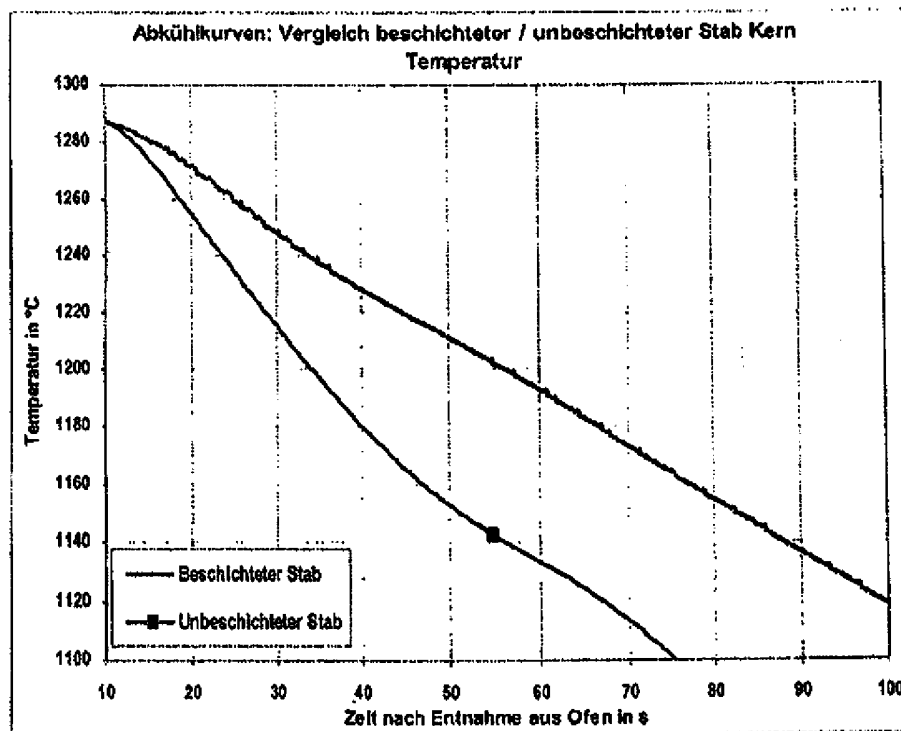


Fig. 4