

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

PATENTCHRIFT

(19) **DD** (11) **238 456 A1**

4(51) G 01 R 27/02

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 R / 277 464 7 (22) 18.06.85 (44) 20.08.86

(71) Technische Hochschule Karl-Marx-Stadt, 9010 Karl-Marx-Stadt, PSF 964, DD

(72) Tschirner, Hans-Ulrich, Dr. sc. nat.; Born, Thomas, Dipl.-Phys.; Weikart, Reiner, DD

(54) **Meßverfahren für Dichte und spezifischen elektrischen Widerstand**

(57) Das Verfahren zur Bestimmung der physikalischen Größen spezifischer elektrischer Widerstand und Dichte metallischer Substanzen in flüssigem und festem Zustand ist anwendbar in Industrie und Forschung, insbesondere für metallurgische und festkörperphysikalische Untersuchungen. Ziel und Aufgabe der Erfindung bestehen darin, mit geringem technologischem Aufwand den spezifischen elektrischen Widerstand und die Dichte metallischer Substanzen in flüssigem und festem Zustand in einem großen Temperaturbereich unter gleichen Bedingungen zu bestimmen. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst, indem unterschiedliche Massen der metallischen Substanz mittels der Drehfeldmethode bei gleicher Temperatur gemessen und der spezifische elektrische Widerstand und die Dichte unter einheitlichen Meßbedingungen ermittelt werden.

ISSN 0433-6461

4 Seiten

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Bestimmung der physikalischen Größen spezifischer elektrischer Widerstand und Dichte metallischer Substanzen in flüssigem und festem Zustand für metallurgische und festkörperphysikalische Untersuchungen, **dadurch gekennzeichnet**, daß unterschiedliche Massen der metallischen Substanz mittels der Drehfeldmethode bei gleicher Temperatur gemessen und dadurch der spezifische elektrische Widerstand und die Dichte unter einheitlichen Meßbedingungen ermittelt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwei unterschiedliche Massen verwendet werden.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung findet Anwendung in Industrie und Forschung, wo die Kenntnis der physikalischen Größen spezifischer elektrischer Widerstand und Dichte metallischer Substanzen in flüssigem und festem Zustand notwendig ist, insbesondere in der Metallurgie und bei festkörperphysikalischen Untersuchungen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Zur Bestimmung des spezifischen elektrischen Widerstandes und der Dichte werden bisher unterschiedliche Verfahren benutzt. Die Dichte von Schmelzen läßt sich z. B. dilatometrisch, pyknometrisch (N. Nücker, Zeitschrift für angewandte Physik 27, 1 (1969) 33) oder nach der Methode des liegenden Tropfens bestimmen, während für den spezifischen elektrischen Widerstand z. B. eine Vier-Spitzen-Methode, die von der Pauw-Methode oder die Drehfeldmethode angewendet werden können. Bei der Drehfeldmethode (W. Braunbeck, Z. Phys. 7 (1932) 312) wird die Probe mit der zu untersuchenden Substanz in ein magnetisches Drehfeld gebracht, das in ihr Wirbelströme induziert. Diese Wirbelströme rufen in dem sie erzeugenden Magnetfeld Kräfte hervor, wodurch die an einem Torsionsfaden aufgehängte Probe ein vom spezifischen elektrischen Widerstand der zu untersuchenden Substanz abhängiges Drehmoment erfährt.

Nachteilig ist, daß durch die Anwendung unterschiedlicher Verfahren die Meßbedingungen für die physikalischen Größen Dichte und spezifischer elektrischer Widerstand nicht einheitlich sind. Ursachen für solche Unterschiede können in Abhängigkeit von den Meßverfahren Abdampfverluste, Oxidbildung und der Einfluß des Schutzgases auf freie Oberflächen sein. Weiterhin können durch die bei verschiedenen Probengeometrien unterschiedliche Probenvorbehandlungen und die Verwendung von Kontaktmaterialien bei der Widerstandsmessung Verunreinigungen der zu untersuchenden Substanz hervorgerufen werden.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, mit geringem technologischem Aufwand die Dichte und den spezifischen elektrischen Widerstand metallischer Substanzen im flüssigen und festen Zustand zu untersuchen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den spezifischen elektrischen Widerstand und die Dichte metallischer Substanzen im flüssigen und festen Zustand in einem großen Temperaturbereich unter gleichen Bedingungen zu bestimmen. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst, indem unterschiedliche Massen der metallischen Substanz mittels der Drehfeldmethode bei gleicher Temperatur gemessen und der spezifische elektrische Widerstand und die Dichte unter einheitlichen Meßbedingungen ermittelt werden. Dieses Verfahren, das bisher nur zur Ermittlung des spezifischen elektrischen Widerstandes eingesetzt wurde, hat den Vorteil, daß mittels einer Apparatur die integrale Strukturgröße Dichte und die elektronische Eigenschaft spezifischer elektrischer Widerstand bestimmt werden. Dadurch ist eine gleiche Behandlung der Proben vor und während der Messung gewährleistet. Da bei dem hier beschriebenen Verfahren keine Kontakte zum Einsatz kommen, werden alle damit verbundenen Probleme und Fehlerquellen umgangen. Die Verwendung abgeschlossener evakuierter Tiegel verhindert Abdampfverluste, Oxidbildung und den Einfluß des Schutzgases auf die Meßergebnisse. Weiterhin sind die Meßbedingungen im flüssigen und festen Zustand gleich. Mit dem beschriebenen Verfahren lassen sich mit Ausnahme ferromagnetischer Materialien alle metallischen Substanzen untersuchen.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert.
Es zeigen

Fig. 1: die Temperaturabhängigkeit der Dichte von Zinn und

Fig. 2: die Temperaturabhängigkeit des spezifischen elektrischen Widerstandes von Zinn.

Zur Auswertung werden die folgenden Gleichungen benutzt

$$d(T) = \frac{m_2}{V_K} \frac{\left[1 - \frac{C_1 m_1}{C_2 m_2} \right]}{\left[1 - \frac{C_1}{C_2} \right]}, \quad (1)$$

$$\rho(T) = \frac{V_K C_1 \left[\frac{m_1}{m_2} - 1 \right]}{1 - \frac{C_1}{C_2} \frac{m_1}{m_2}}, \quad (2)$$

worin

$$C_i = K_i \frac{I_i^2}{\Delta \alpha_i} \left[1 + 2 \gamma (T - T_{Hg}) \right] \frac{r_i}{r_0} \quad i = 1, 2 \quad (3)$$

bedeutet (H. U. Tschirner, Wiss. Z. d. TH Karl-Marx-Stadt 12, 4 (1970) 427).

Zur gleichzeitigen Bestimmung des spezifischen elektrischen Widerstandes und der Dichte von Zinn wurden die zur Messung in der Drehfeldapparatur eingesetzten Tiegel mit Quecksilber geeicht, um die anlagenspezifische Tiegelkonstante K_i zu bestimmen. Bei einer Temperatur $T_{Hg} = 25^\circ\text{C}$ wurden $K_1 = 3.526 \cdot 10^{-3} \text{ V/A}^3\text{m}$ und $K_2 = 4.111 \cdot 10^{-3} \text{ V/A}^3\text{m}$ ermittelt. Anschließend wurden diese Tiegel mit $m_1 = 2.9875 \text{ g}$ und $m_2 = 5.9761 \text{ g}$ Zinn gefüllt, evakuiert und abgeschmolzen. Bei $T = 475^\circ\text{C}$ wurden folgende Meßwerte ermittelt: $v_1 = 49.2 \text{ Hz}$, $\Delta \alpha_1 = 76.6 \text{ mm}$, $I_1 = 6.0 \text{ A}$, $v_2 = 49.2 \text{ Hz}$, $\Delta \alpha_2 = 75.9 \text{ mm}$ und $I_2 = 3.6 \text{ A}$. Unter Berücksichtigung der Tiegelkonstanten K_i , der Normierungsfrequenz $v_0 = 50 \text{ Hz}$, des Ausdehnungskoeffizienten des Tiegelmaterials $\gamma = 8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ und des Korrekturvolumens $V_K = 0.113 \text{ cm}^3$ konnten bei Benutzung der obigen Formeln (1), (2) und (3) für den spezifischen elektrischen Widerstand und die Dichte des flüssigen Zinns $\rho = 5,15 \dots 10^{-7} \Omega \text{ m}$ und $d = 7,00 \text{ g/cm}^3$ bestimmt werden. Durch weitere Messungen bei anderen Temperaturen ergeben sich die mittels linearer Regression gewonnene in Fig. 1 und 2 dargestellten Temperaturabhängigkeiten der Dichte und des spezifischen elektrischen Widerstandes.

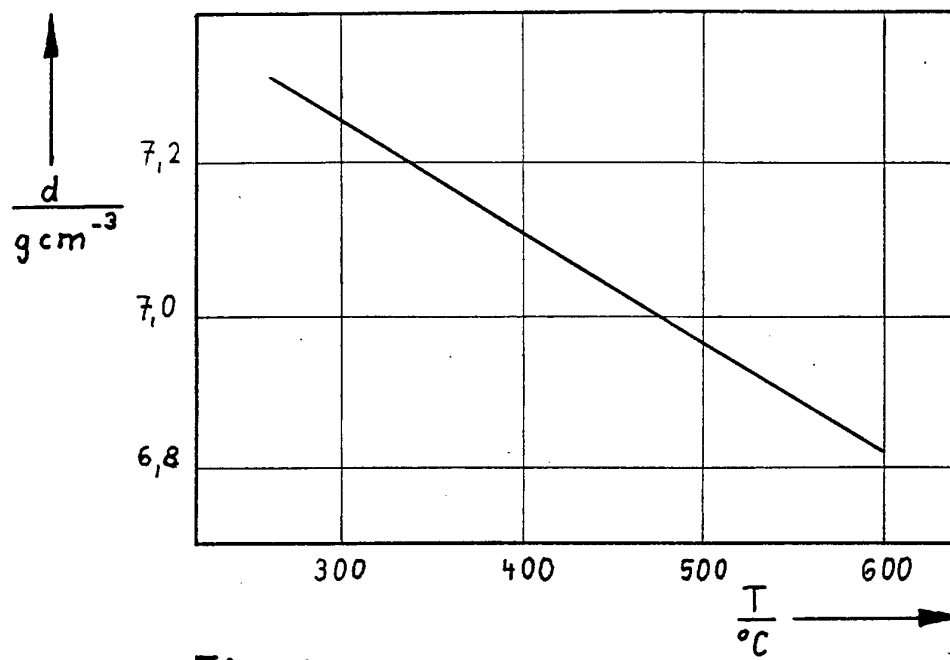


Fig. 1

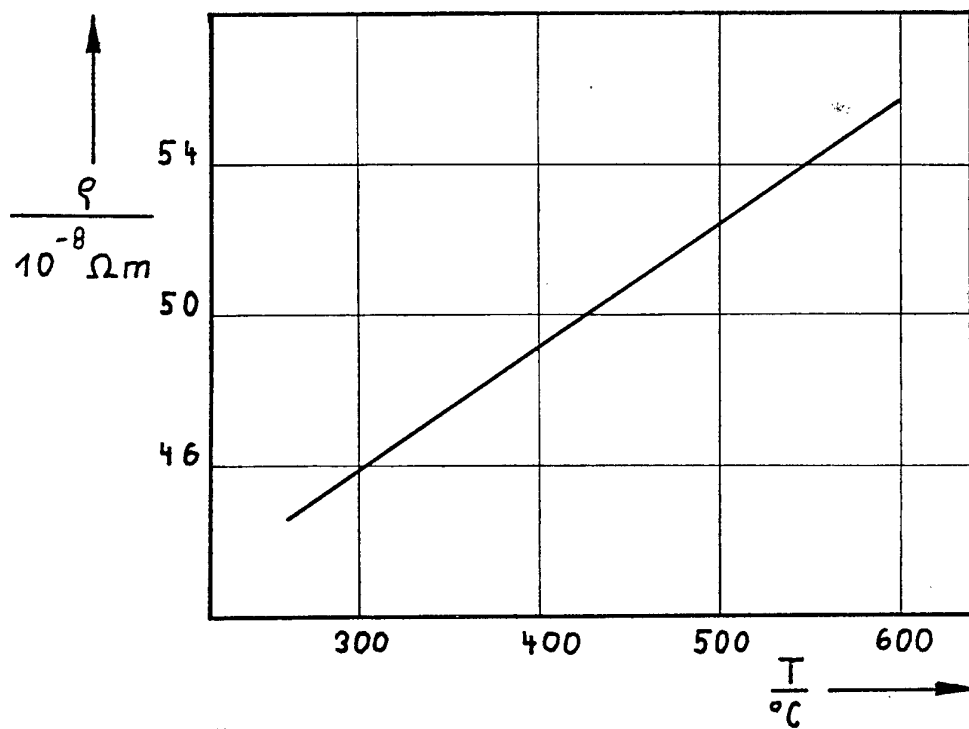


Fig. 2