放射温度計による半導体熱処理装置内のウエハ温度計測[†]

渡辺 智 司*・鳥居 卓 爾**・平 沢 茂 樹*・高 垣 哲 也***

Radiation Thermometry of Silicon-Wafer in Semiconductor Heat-Treatment Equipment

Tomoji WATANABE*, Takuji TORII**, Shigeki HIRASAWA* and Tetsuya TAKAGAKI***

In order to measure the temperature of the silicon wafers in a diffusion furnace (which is usually used for semiconductor heating process such as oxidization, annealing and diffusion), we design a radiation thermometry suitable for this purpose. The feature of this thermometry is measuring the temperature of the wafers to be usually out of sight by an optical guide, which consists of two quartz prisms. The radiation from the objective wafer is measured by a pyrometer with measuring wavelength of $0.9\mu\text{m}$. The reason why the wavelength is selected is that a silicon wafer is opaque at this wavelength. The emissivity of a silicon wafer at $0.9\mu\text{m}$ is measured, and it is confirmed that the emissivity does not depend on temperature within the range of $600\sim 1,000^\circ\text{C}$. It is also confirmed that the emissivity of a silicon wafer with a thin film of silicon oxide or silicon nitride can be calculated by considering the interference effect of multiple reflection inside the thin film.

The accuracy of the thermometry is examined by comparing the measured value of the pyrometer with that of the thermo-couple. The two measured values agree within the difference of $\pm 2^\circ\text{C}$ in steady state. But when wafers are inserting into or drawing out from the furnace, an error is caused by veiling glare at the optical guide and the wafer. The error is $10\sim 20^\circ\text{C}$ when the wafer temperature is 250°C lower than that of the inside wall of

the furnace, and is about 5°C when the wafer temperature is 150°C lower.

Key Words: radiation thermometry, diffusion furnace, silicon wafer, quartz prism, optical guide

1. 緒 言

酸化、アニール、不純物拡散などに代表される半導体熱処理プロセスではウエハの大口径化に伴い、処理温度の均一化が望まれている。また、パターンの微細化を背景に、薄い酸化膜を形成したり、不純物の拡散深さを浅くする目的で短時間処理が必要とされる傾向にある。この熱処理プロセスに由来から最も一般的に使用されているバッチ式(数十枚のウエハを一度に処理)の拡散装置では、すべてのウエハを均一温度にするように加熱ヒータの温度を設定して熱処理を行う。ところが、これまでは熱処理中のウエハ温度を測定する適切な方法がなく、直接ウエハの温度を測定していなかった。これは、高温のウエハに対する汚染の問題から、接触式の温度計(特に熱電対)を用いた温度測定が不可能であることに起因している。そのため、生産現場では熱処理に先立って石英などのパイプに入れた熱電対で定常状態の反応管(この中でウエハを熱処理する)の内部温度を測定し、これを均一にするヒータの温度設定条件を選択し、その条件でウエハの熱処理を行っている。しかし、処理時間が短くなるにつれてウエハ出し入れによる過渡温度変化の影響が相対的に大きくなり、反応管内部の温度測定結果がウエハの温度と一致しないために、上記の処理方法ではウエハ温度のばらつきを低減することが困難になりつつある。この問題を解決するため、ウエハを汚染することなく、その温度を直接測定する必要が生じてきた。

本研究では特に横形拡散装置を対象に、石英のプリズムによる全反射を利用して熱放射の光路を曲げ、直接放射温度計の視野内にとらえられない隠れた位置にあるウエハの温度を測定する方法について検討した。

† 第 27 回計測自動制御学会学術講演会で発表 (1988・8)

* (株)日立製作所機械研究所 土浦市神立町 502

** 日立工機(株)勝田研究所 勝田市武田 1060

*** (株)日立製作所武蔵工場 小平市上水本町 1450

* Mechanical Engineering Reserch Laboratory, Hitachi Ltd., Tsuchiura

** Katsuta Research Laboratory, Hitachi Koki Co., Ltd., Katsuta

*** Musashi Works, Hitachi Ltd., Kodaira

(Received December 21, 1988)

(Revised May 1, 1989)

本報告は、この測定法および測定値の妥当性を実験で確認した結果について述べる。なお、実際の生産ラインへの適用結果は別に報告する。

2. 測定法の概要

2.1 測定装置の構成

Fig. 1 に横形拡散装置を対象とした放射温度測定装置の概略を示す。拡散装置は電気ヒータを加熱源とした管状炉でウェハの酸化、拡散、アニールなどに使用される。ウェハはボートと呼ぶ石英治具に載せて反応管(プロセスチューブ)内に挿入し、複数に分割したヒータで800~1,200℃の温度に加熱して処理する。シリコンカーバイド管(以後、SiC管と略す)は温度の均一性を保ち、さらにヒータから発生した不純物がウェハに達するのを防ぐ役目をもっている。

炉内物体の放射温度測定には、炉壁の一部を切り欠くか透過窓を設けることにより、測定対象の熱放射を外に取り出さなくてはならない。拡散装置の場合はウェハの温度均一性の確保、不純物の侵入防止という観点から、熱放射を取り出すためにヒータとSiC管に穴を開けることは困難である。そのため、キャップの一部を切欠き、ここからウェハの熱放射を取り出さざるをえない。しかし、拡散装置では数十枚のウェハを一度に反応管内に挿入して熱処理を行うため、この方法では一番手前のウェハ以外は直接その熱放射をとらえられない。そこで石英プリズム(直角を挟む二辺が10mmの直角プリズムで幅20mm、以後このプリズ

ム2個を組み込んだ治具を光ガイドと呼ぶ)による全反射を利用してウェハの熱放射の向きを変え、**Fig. 1**に示すようにウェハの周囲と反応管の隙間を通して外に取出した。プリズムを含めた光ガイドの材質は、以下の条件を考慮してすべて石英とした。

- (i) ウェハを汚染しない。
- (ii) 測定波長(0.9 μ m)に対し透明である。
- (iii) 1,200℃程度の耐熱性を有する。
- (iv) 比較的加工が容易である。

本研究で開発した光ガイドはウェハと同じ要領でボートに載せる構造とし、測定するウェハに隣接してウェハ列の途中に挿入する。そのため、ボートの構造やウェハの挿入ピッチを変える必要がないという利点を有している。

2.2 放射温度計

(1) 仕様と構造

放射温度計の仕様を**Table 1**に、構造を**Fig. 2**に示す。光ファイバ式の単色放射温度計で、検出素子はシリコンフォトダイオード(SPD)である。光ファイバはコア、クラッドとも石英で、径はおおの50 μ m、125 μ mのグレイティッドインデックス形を用いた。測定波長はシリコンウェハが不透明な1 μ m以下の波長領域の中で、拡散装置の処理温度800~1,200℃に

Fig. 1 Schematic diagram of the radiation thermometry of a silicon wafer in a diffusion furnace using quartz prisms

Fig. 2 Schematic diagram of the optical system of the pyrometer

Table 1 Characteristics of the pyrometer

Type	Narrow-band optical-fiber radiation thermometer
Detector	Silicon photo diode maximum sensitivity: 0.6 A/W (at 0.9 μ m $\pm$ 0.05 μ m)
Optical-fiber	Graded index fiber
Measuring wavelength	0.9 μ m
Objective lens	Solid angle: 0.0873, Effective diameter: 30 mm, Focal length: 1~3 m, L/d : 800
Temperature range	700~1,200℃ (resolution: 0.1℃), 600~700℃ (resolution: 1.0℃)

対して熱放射強度が強い $0.9\mu\text{m}$ を選択し、干渉フィルタ（中心波長 902.7nm 、半値幅 45nm ）を用いて狭帯域化した。対物レンズは可動焦点方式で有効径は約 30mm 、光ファイバ側から見た受光立体角は 0.0873 、測定距離は $1\sim 3\text{m}$ である。また、ウエハの熱放射を反応管とウエハの隙間を通して外に取り出さなければならないため、距離係数（測定距離/測定スポット径）を 800 と大きくして狭い隙間を通した測定ができるようにした。本放射温度計は以上の構成により、 $700\sim 1,200^\circ\text{C}$ で 0.1°C 以上の分解能を得ている（ $600\sim 700^\circ\text{C}$ では 1°C の分解能である）。その他、測定位置と測定光路を確認する目的で、光ファイバを通して対物レンズから He-Ne レーザーを照射し、測定点を照らすことができる機構を設けた。

(2) 出力特性

本放射温度計のように黒体の分光放射輝度をウィーン近似できる測定波長および温度を対象としている場合には、温度 T の黒体に対する出力電圧 $V(T)$ は次式で表わせることが報告されている¹⁾。

$$V(T) = C \exp\left(-\frac{c_2}{AT+B}\right) \quad (1)$$

A, B, C ：放射温度計の定数、 c_2 ：放射の第二定数
本放射温度計の係数は校正の結果以下の値となり、

$$A = 9.129 \times 10^{-7} \quad (\text{m})$$

$$B = -6.939 \times 10^{-6} \quad (\text{mK})$$

$$C = 3.038 \times 10^5 \quad (\text{V})$$

600°C においては約 3.750mV 、 $1,000^\circ\text{C}$ では約 1.186V の出力電圧が得られる。

3. 出力値の評価

放射温度計がウエハから受ける熱放射に対する出力 E_t は次式で表わせる。

$$E_t = \tau_s \varepsilon V(T_w) + H \quad (2)$$

ここで、 T_w はウエハ温度、 τ_s は光ガイドの透過率、 ε はウエハ放射率である。また、 H は炉の内壁 (SiC 管) から放出された熱放射とウエハから放出された熱放射が、ウエハやプリズムで反射あるいは散乱した後、放射温度計に達するために生ずる迷光であり、ウエハやプリズム表面で鏡面反射した熱放射と、同じくウエハやプリズム表面で拡散反射した熱放射およびプリズム内部で散乱した熱放射の和に分けられる。前者は、放射温度計の測定光路がウエハやプリズムの表面と常に垂直に交差するように調整すれば、零にすることができる。これに対し、後者はこれらの表面の滑らかさやプリズム内部の欠陥に依存する量で、完全に零にす

ることはできない。実際には迷光として上述のようにウエハからの熱放射の寄与もあるが、後述のように迷光は小さく、ウエハ出入時だけに、その影響が問題となるため炉内壁の熱放射の寄与のみを考える。炉内壁が黒体と仮定すれば、(2)式はつぎのように変形できる。

$$E_t = \tau_s \varepsilon V(T_w) + \alpha_s V(T_h) \quad (3)$$

ここで、 α_s は迷光の割合を示す係数、 T_h は炉内壁の温度である。(3)式では α_s が既知で、炉内壁の熱放射 $V(T_h)$ 、換言すれば温度 T_h を別に測定して補正すれば、迷光による誤差を低減できる。しかし、実際には炉内壁の温度が位置によって異なり、迷光が炉内壁のどの位置から放射されたのかを特定することが困難であるから、必ずしも T_h を精度良く測定できるとは限らない。これに対し、迷光に対する補正を行わなければ(3)式は次式となる。

$$E_t \approx \tau_s \varepsilon V(T_w) \quad (4)$$

3.1 ウエハ放射率

実プロセスでは熱処理によってウエハ表面に膜を付けるため、干渉効果により放射率が刻々と変化する。これに対処するにはつぎのような方法が考えられる。

(i) 膜厚（あるいは放射率）を同時に測定しながら温度測定する。

(ii) ウエハの温度測定の結果と処理条件から膜厚の変化を推定しながら温度測定する。

(iii) 熱処理中に膜厚が変化しないウエハを測定用として使用する（酸化処理では窒化膜付ウエハを用いる）。

本報告の実験では(iii)の方法を用いたが、実プロセスでは(ii)の方法を用いる。ウエハ放射率はあらかじめ測定し、膜の種類や厚さに対する換算式を求めておき²⁾、この値を用いて補正する。

(1) 温度依存性

ウエハ放射率（測定波長における）の温度依存性を実験で求めた結果を Fig. 3 に示す。これは、表面に $30\text{\AA}$ の酸化膜が付いたウエハの温度を放射温度計と熱電対で同時に測定し（光ガイドは使用しない）、その測定値から算出した結果である。熱電対による測定値 T_m がウエハの真温度を表わすと仮定すれば、同温度の黒体に対する放射温度計の出力は(1)式より $V(T_m)$ である。これに対し、光ガイド無で測定した場合の放射温度計の出力は(3)式より $E_t = \varepsilon \cdot V(T_m)$ (注1) であるので、両者の比から放射率 ε が求まる。Fig. 3 ではウエハ温度が 700°C 以下になると測定値のばらつきが大きくなる（放射温度計の出力が小さくなるため）も

Fig. 3 Experimental result for the temperature dependence of the wafer emissivity at the measuring wavelength of 0.9 μm

の、600～1,000℃においてウェハ放射率は温度によって変化していないことがわかる。したがって、測定時にウェハ放射率の温度依存性を考慮する必要はないことが確認できた³⁾。

(2) 薄膜の干渉効果

物体表面に薄膜が形成されると、光の干渉効果によって膜厚の変化に対し放射率が周期的に変化することが知られている。放射温度計の測定波長に対しシリコンウェハが不透明⁶⁾で形成した膜が単層で透明と仮定すれば、ウェハの放射率は次式⁴⁾によって表わすことができる。

$$\varepsilon = 1 - \frac{\rho_1 + \rho_2 + 2\sqrt{\rho_1\rho_2}\cos\gamma}{1 + \rho_1\rho_2 + 2\sqrt{\rho_1\rho_2}\cos\gamma} \quad (5)$$

$$\gamma = \frac{2\pi}{\lambda} 2nd \cos\theta$$

ρ_1 : 薄膜と空気境界での反射率

ρ_2 : 薄膜とシリコン境界での反射率

θ : 測定方向とウェハの法線の角度

λ : 波長

n : 薄膜の屈折率

d : 薄膜の厚さ

ここで、 ρ_1 、 ρ_2 はフレネルの公式⁵⁾より求められる。

Table 2 に酸化膜と窒化膜およびシリコンの屈折率 n および ρ_1 、 ρ_2 を示した⁶⁾。Fig. 4 は、Table 2 の値

Table 2 The refractive index of Si, SiO₂, Si₃N₄, and reflectivity ρ_1 , ρ_2

	n	ρ_1	ρ_2
Si	3.65	—	—
SiO ₂	1.45	0.034	0.186
Si ₃ N ₄	2.00	0.111	0.085

(注 1) ウェハを拡散装置の中に入れて温度が定常になった後の測定値から放射率を求めた。3.3 節で述べるようにウェハ表面での拡散反射の割合は少ないから、 $\alpha_s=0$ としてもほとんど影響がない。

Fig. 4 Emissivity of wafers with SiO₂ or Si₃N₄ film at the measuring wavelength of 0.9 μm at 1,000°C

を使って(5)式から求めた計算値と、実測値(先に述べたのと同じ方法で求めた)を比較した結果である。計算値と実測値が1～2%の誤差で一致しており、膜厚が既知のウェハについては干渉理論による(5)式から放射率を求められることがわかる。

3.2 光ガイドの透過率

石英プリズム内での全反射によって熱放射の減衰が起きないと仮定する。石英が透明であるため、プリズムの透過率 τ_p を求めるには、表面でのフレネル反射のみを考慮すればよい。その場合、プリズムは透過率 τ_g 、反射率 $\rho_g=1-\tau_g$ の平行な2平面と光学的に等価である。プリズムの透過率 τ_p は平面間の多重反射を考慮して次式で表わせる。

$$\tau_p = \frac{\tau_g^2}{1 - \rho_g^2}, \quad \rho_p = 1 - \tau_p \quad (8)$$

ここで ρ_p はプリズムの反射率である。つぎに、プリズム2個を組み合わせた場合の透過率 τ_g は、上式と同様に次式で表わせる。

$$\tau_g = \frac{\tau_p^2}{1 - \rho_p^2}, \quad \rho_g = 1 - \tau_g \quad (9)$$

ここで ρ_g は光ガイドの反射率である。最後に、プリズムとウェハ間の多重反射を考慮すれば、次式で光ガイドの透過率 τ_s が求まる。

$$\tau_s = \frac{\tau_g}{1 - \rho_g\rho_p} = \frac{\tau_g}{1 - \rho_g(1 - \varepsilon)} \quad (10)$$

この結果、光ガイドの透過率 τ_s はウェハ放射率 ε の関数になることがわかる。石英の 0.9 μm での屈折率は 1.45 であり⁶⁾、(10)式は具体的には次式となる。

$$\tau_s = \frac{0.877}{1 - 0.123(1 - \varepsilon)} \quad (11)$$

3.3 迷光の測定値への影響

(3)式に示した迷光の割合を示す係数 α_s は理論的に求められないため、実験でその値を求めた。 α_s は光ガイドで生ずる迷光を示す α_{s1} と、ウェハで生ずる

迷光を示す α_{s2} の和として次式で与えられるとする。

$$\alpha_s = \alpha_{s1} + \alpha_{s2} \quad (12)$$

ここで、温度 T_b の空洞黒体を定常状態で測定すると ($\alpha_{s2}=0, \varepsilon=1$)、光ガイド有の場合の放射温度計の出力は(3)式の T_w 、 T_h を T_b で置きかえた次式で表わせる。

$$E_t \simeq (\tau_s + \alpha_{s1})V(T_b) \quad (13)$$

さらに、光ガイド無の場合 ($\alpha_{s1}=0, \tau_s=1$) の放射温度計の出力は

$$E'_t = V(T_b) \quad (14)$$

である。よって、(13)、(14)式から α_{s1} は

$$\alpha_{s1} \simeq \frac{E_t}{E'_t} - \tau_s \quad (15)$$

で与えられる。処理温度 1,000°C とした測定値から α_{s1} を求めた結果、0.0034 であった。

つぎにウェハで生ずる迷光は最大でも光ガイドの迷光より小さいと考えられる。これは、ウェハの表面がプリズムと同じく平滑な面であること、プリズムを通過する場合に比べ反射する回数が少ないことから妥当である。

ここでは、迷光が光ガイドのみで生じたとした $\alpha_s = 0.0034$ ($\alpha_{s2}=0$) の場合と、光ガイドとウェハで同じ割合で迷光が生じるとした 0.0068 ($\alpha_{s2}=0.0034$) の場合の放射温度計による測定誤差を概算する。 $T_h=1,000^\circ\text{C}$ と $T_h=850^\circ\text{C}$ の場合にウェハ温度 T_w が 500~1,000°C あるいは 350~850°C まで変化したときの放射温度計の出力を(3)式より求め、この出力から(4)式を用いて求めた T_{r4} (注2)と T_w の差 ΔT と T_w の関係を Fig. 5 に示す。ウェハ温度 T_w が各 T_h より約 250°C 低いときの ΔT は、 $\alpha_s=0.0034$ では約 10°C、 $\alpha_s=0.0068$ では約 20°C となることがわかる。また、 T_w が高くなるにつれて ΔT は指数関数的に減少し、 $T_w=T_h$ のときはすべての場合において 0.5°C 以下になる。

Fig. 5 Difference between T_r and T_w due to veiling glare

4. 実験方法

本温度測定方法の有効性を検証するために、拡散装置内へのウェハを出入れして温度履歴を測定した。

ここでは処理中に膜厚の変化しないウェハを温度測定の対象とする方法で実験を行った。実際に測定対象としたのは4インチ径で厚さ 30Å の酸化膜 (SiO_2) 付きウェハと、厚さ 513Å の窒化膜 (Si_3N_4) 付きウェハである。これらのウェハの放射率は(5)式からおおの 0.675, 0.785, 光ガイドの透過率は(11)式から 0.914, 0.901 と求められる。酸化膜付ウェハは 10 l/min の割合で窒素ガスを流しながら処理した。また、窒化膜付ウェハは大気中、すなわち 20% 酸素中で処理した。ウェハ挿入、引出時の搬送速度は 20 cm/min で、7 分 30 秒で挿入、炉内で 45 分間処理、7 分 30 秒で引出す全体で 60 分の測定を行った。処理温度 (Fig. 1 の中央ヒータ制御用熱電対に対する設定温度) は 1,000°C および 850°C とした。

5. 温度測定実験結果

Fig. 6~9 に測定結果を示す。(3)、(4)式による放射温度計の測定値 T_r と T_{r4} (注3)、および熱電対の測定値 T_m との差 $\Delta T_3 = T_r - T_m$ と $\Delta T_4 = T_{r4} - T_m$ を示した。

ウェハの挿入完了から引出し開始までの 45 分間は処理温度、ウェハ放射率にかかわらず T_{r3} 、 T_{r4} と T_m が約 $\pm 2^\circ\text{C}$ 以内の差で一致している。この実験では、挿入完了した時点でウェハは設定した処理温度に対し 80~90°C 低い温度にまで加熱されており、迷光の影響 (Fig. 5 より 2~3°C) は無視できる。これに対し、ウェハ挿入時には T_{r3} 、 T_{r4} とも放射温度計の応答性が速いために、 T_m より高い値を示す。また、 T_{r4} が T_{r3} より高い値を示すのは、迷光の影響が加わるからである。

ウェハ引出し時には挿入時とは逆に放射温度計の応答性が速いために T_{r3} 、 T_{r4} とも T_m より先に下がり始める。しかし、 T_{r4} は次第に T_m より高い値を示すのに対し、 T_{r3} は常に T_m より低い値を示す。これは、引出開始直後はウェハ温度が比較的高く応答性の差が顕著に表われ、しだいに、ウェハ温度が低くなるにつれて迷光の影響のほうが大きくなるからである。ま

(注2) 放射温度計の出力が与えられたときに、(3)式あるいは(4)式から求めたウェハ温度の測定値を T_{r3} 、 T_{r4} で示す。

(注3) (3)式中の T_h には上記の熱電対に対する設定温度 1,000°C、850°C を代入した。また、(3)式では $\alpha_s=0.0034$ として温度を算出した。

Fig. 6 Measured temperature for a wafer with SiO_2 film ($\epsilon=0.675$) during a heating cycle in a diffusion furnace at $1,000^\circ\text{C}$

Fig. 9 Measured temperature for a wafer with Si_3N_4 film ($\epsilon=0.785$) during a heating cycle in a diffusion furnace at 850°C

Fig. 7 Measured temperature for a wafer with SiO_2 film ($\epsilon=0.675$) during a heating cycle in a diffusion furnace at 850°C

Fig. 8 Measured temperature for a wafer with Si_3N_4 film ($\epsilon=0.785$) during a heating cycle in a diffusion furnace at $1,000^\circ\text{C}$

た、迷光を補正しない(4)式の測定誤差はウエハ温度が炉内壁温度より 250°C 低い場合で $10\sim 20^\circ\text{C}$ 、さらに、 150°C 低い場合で約 5°C (Fig. 5 参照) と予想したが、これは熱電対の応答の遅れによる誤差と同程度である。このように、ウエハを炉内へ挿入するときおよびその直後の温度が低いウエハを測定する場合には測定誤差が大きくなる。しかし、拡散装置における熱処理の効果は温度上昇とともに指数関数的に増加する場合が多く、(4)式の測定値から精度良く熱処理の効果を推定できる。

6. 結 言

(i) 横形拡散装置を対象に2個の石英プリズムからなる光ガイドを用いて熱放射の光路を曲げ、直接放射温度計の視野内にとらえられない隠れた位置にあるシリコンウエハの放射測温を行う方法を開発した。

(ii) 開発した放射測温法では光ガイドとウエハでの迷光による測定誤差は定常状態では約 0.5°C 以下、ウエハの挿入、引出しに伴ってウエハ温度が炉内壁温度より 250°C 低い状態で $10\sim 20^\circ\text{C}$ 、 150°C 低い状態で約 5°C である。

(iii) 炉内への挿入、引出しを含む60分間のウエハ温度を測定した結果、定常状態では熱電対の測定値を基準とすると、本測定による放射温度計の測定値は $\pm 2^\circ\text{C}$ 以内の差でこれと一致した。

最後に本研究を実施するに当たり、多くのご助言をいただいた工業技術院計量研究所小野晃主任研究官に謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 服部, 佐久間: 狭波長帯域放射温度計の特性表示式, 計測自動制御学会論文集, **18-7**, 58/63 (1982)
- 2) 平沢, ほか: 酸化膜, 窒化膜付シリコンウエハの 950°C における放射熱物性, 日本機械学会第 66 期通常総会講演概要集, 249 (1989)
- 3) T. Sato: Spectral Emissivity of Silicon, Japanese

- Journal of Applied Physics, **6-3**, 339/347 (1967)
- 4) 藤原史郎(編著): 光学薄膜, 12/18, 共立出版 (1986)
 - 5) M. Born and E. Wolf (草川, 横田訳): 光学の原理 I, 59/64, 東海大学出版会 (1974)
 - 6) E. D. Palik: Handbook of Optical Constants of Solids, 547/569, 749/763, 771/774, Academic Press Handbook Series (1985)