(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3587360号
(P3587360)
(45)発行日　平成16年11月10日(2004.11.10)　(24)登録日　平成16年8月20日(2004.8.20)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G01B 13/10　G01B 13/10

請求項の数 4　(全 7 頁)

(21)出願番号　特願平11-349688
(22)出願日　平成11年12月9日(1999.12.9)
(65)公開番号　特開2001-165642(P2001-165642A)
(43)公開日　平成13年6月22日(2001.6.22)
審査請求日　平成13年9月7日(2001.9.7)

(73)特許権者　000151494
株式会社東京精密
東京都三鷹市下連雀９丁目７番１号
(74)代理人　100083116
弁理士　松浦　憲三
(72)発明者　小栗　正明
東京都三鷹市下連雀９丁目７番１号
株式会社東京精密内

審査官　岡田　卓弥

(56)参考文献　特開平７－１３４０１８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G01B13/00-13/24

(54)【発明の名称】空気マイクロメータ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
円柱状に形成された測定ヘッドをワークに形成された穴に挿入し、該測定ヘッドの外周部に形成されたノズルから空気を吹き出して、前記穴の内径を繰り返し精度が０．５μｍ以下の精度で測定する空気マイクロメータにおいて、
前記測定ヘッドの先端に該測定ヘッドよりも外径が小さく形成された円柱状のトップガイドを取り付けるとともに、前記ワークの内径と前記測定ヘッドの外径との差を５μｍ以上２０μｍ以下に設定したことを特徴とする空気マイクロメータ。
【請求項２】
円柱状に形成された測定ヘッドをワークに形成された穴に挿入し、該測定ヘッドの外周部に一定の間隔をもって形成された複数のノズルから空気を吹き出して、前記穴の内径を繰り返し精度が０．５μｍ以下の精度で測定する空気マイクロメータにおいて、
吹出口に面取り加工を施さずに前記各ノズルを形成するとともに、前記ワークの内径と前記測定ヘッドの外径との差を５μｍ以上２０μｍ以下に設定したことを特徴とする空気マイクロメータ。
【請求項３】
リング状に形成された測定ヘッドの内周部にワークを挿入し、該測定ヘッドの内周部に形成されたノズルから空気を吹き出して、前記ワークの外径を繰り返し精度が０．５μｍ以下の精度で測定する空気マイクロメータにおいて、
前記測定ヘッドの先端に該測定ヘッドよりも内径が大きく形成されたリング状のトップガ

イドを取り付けるとともに、前記測定ヘッドの内径と前記ワークの外径との差を５μｍ以上２０μｍ以下に設定したことを特徴とする空気マイクロメータ。
【請求項４】
リング状に形成された測定ヘッドの内周部にワークを挿入し、該測定ヘッドの内周部に一定の間隔をもって形成された複数のノズルから空気を吹き出して、前記ワークの外径を繰り返し精度が０．５μｍ以下の精度で測定する空気マイクロメータにおいて、
吹出口に面取り加工を施さずに前記各ノズルを形成するとともに、前記ワークの内径と前記測定ヘッドの外径との差を５μｍ以上２０μｍ以下に設定したことを特徴とする空気マイクロメータ。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、空気マイクロメータに係り、特に繰り返し精度（繰り返し測定による測定値のバラツキ幅）が０．５μｍ以下の高精度な測定ができる空気マイクロメータに関する。
【０００２】
【従来の技術】
空気マイクロメータは、たとえば内径測定の場合、円柱状に形成された測定ヘッドをワークに挿入し、その測定ヘッドの先端部外周に形成された２～６個のエアノズルから圧縮空気を噴射して測定を行う。すなわち、測定ヘッドをワークに挿入してエアノズルから圧縮空気を噴射すると、ワークと測定ヘッドとの隙間の大きさに応じてエアノズルの背圧が変化するので、このエアノズルの背圧変化を検出することによってワークの内径を測定している。
【０００３】
ところで、上記のように空気マイクロメータは、測定ヘッドをワークに挿入して測定を行うので（内径測定の場合）、測定ヘッドはワークの内径よりも小径に形成する必要がある。
【０００４】
一方、空気マイクロメータは、一般に測定範囲が最大１００μｍまで測定できるようにされており、このためガイドクリアランス（ワークと測定ヘッドとの間の隙間の大きさ）は、測定範囲を越えた値となっている。
【０００５】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、ガイドクリアランスが大きいと、測定ヘッドをワークに挿入する際、ワークの中心と測定ヘッドの中心との位置ズレが生じやすく、測定誤差が生じやすいという欠点がある。
【０００６】
本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、繰り返し精度が０．５μｍ以下の高精度な測定ができる空気マイクロメータを提供することを目的とする。
【０００７】
【課題を解決するための手段】
請求項１記載の発明は、前記目的を達成するために、円柱状に形成された測定ヘッドをワークに形成された穴に挿入し、該測定ヘッドの外周部に形成されたノズルから空気を吹き出して、前記穴の内径を繰り返し精度が０．５μｍ以下の精度で測定する空気マイクロメータにおいて、前記測定ヘッドの先端に該測定ヘッドよりも外径が小さく形成された円柱状のトップガイドを取り付けるとともに、前記ワークの内径と前記測定ヘッドの外径との差を５μｍ以上２０μｍ以下に設定したことを特徴とする。
また、請求項２記載の発明は、前記目的を達成するために、円柱状に形成された測定ヘッドをワークに形成された穴に挿入し、該測定ヘッドの外周部に一定の間隔をもって形成された複数のノズルから空気を吹き出して、前記穴の内径を繰り返し精度が０．５μｍ以下の精度で測定する空気マイクロメータにおいて、吹出口に面取り加工を施さずに前記各ノ

ズルを形成するとともに、前記ワークの内径と前記測定ヘッドの外径との差を５μｍ以上２０μｍ以下に設定したことを特徴とする。

【０００８】

本発明によれば、ワークへの挿入時の容易性を確保しつつ、繰り返し精度が０．５μｍ以下の高精度な測定を行うことができるようになる。

【０００９】

また、請求項３記載の発明は、前記目的を達成するために、リング状に形成された測定ヘッドの内周部にワークを挿入し、該測定ヘッドの内周部に形成されたノズルから空気を吹き出して、前記ワークの外径を繰り返し精度が０．５μｍ以下の精度で測定する空気マイクロメータにおいて、前記測定ヘッドの先端に該測定ヘッドよりも内径が大きく形成されたリング状のトップガイドを取り付けるとともに、前記測定ヘッドの内径と前記ワークの外径との差を５μｍ以上２０μｍ以下に設定したことを特徴とする。

また、請求項４記載の発明は、前記目的を達成するために、リング状に形成された測定ヘッドの内周部にワークを挿入し、該測定ヘッドの内周部に一定の間隔をもって形成された複数のノズルから空気を吹き出して、前記ワークの外径を繰り返し精度が０．５μｍ以下の精度で測定する空気マイクロメータにおいて、吹出口に面取り加工を施さずに前記各ノズルを形成するとともに、前記ワークの内径と前記測定ヘッドの外径との差を５μｍ以上２０μｍ以下に設定したことを特徴とする。

【００１０】

本発明によれば、ワークの挿入時の容易性を確保しつつ、繰り返し精度が０．５μｍ以下の高精度な測定を行うことができるようになる。

【００１１】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面に従って本発明に係る空気マイクロメータの好ましい実施の形態について詳説する。

【００１２】

図１は、背圧式空気マイクロメータ１０の構成を示すブロック図である。同図に示すように、空気源１２から供給される圧縮空気は、レギュレータ１４で一定圧力に調整され、Ａ／Ｅ変換器１６内に設置された絞りを通ってジェット３０のエアノズル３４から噴射される。Ａ／Ｅ変換器１６は、このエアノズル３４と絞りとの間の圧力（背圧）の微小変化を内蔵するベローズと差動変圧器とによって電気信号に変換し、アンプ１８に出力する。アンプ１８は、この電気信号に基づいてワークの内径を算出し、モニタ２０上に表示する。

【００１３】

図２は、内径測定用ジェット３０の構成を示す側面断面図であり、図３は、図２の３－３断面図である。

【００１４】

同図に示すように、測定ヘッド３２は円柱状に形成されており、その先端部外周には、４つのエアノズル３４、３４、…が等間隔に形成されている。このエアノズル３４、３４、…は、それぞれ測定ヘッド３２の外周面から所定量退避して形成されており、測定ヘッド３２の軸芯に沿って形成されたエア流路３６に連通路３８、３８、…を介して連通されている。空気源１２からレギュレータ１４、Ａ／Ｅ変換器１６を介してジェット３０に供給される圧縮空気は、このエア流路３６と連通路３８、３８、…を通って各エアノズル３４、３４、…から噴射される。

【００１５】

ここで、同図に示すように、測定ヘッド３２はワーク２２に挿入して測定を行うため、その外径φＢがワーク２２の内径φＣよりも小径に形成されている。そして、本実施の形態では、測定ヘッド３２の外径φＢが、ワーク２２の公差の小径側から５～２０μｍ小さくなるように形成されている。すなわち、ガイドクリアランス（φＣ－φＢ）が５～２０μｍになるように設定されている。これは以下の理由による。

【００１６】

空気マイクロメータにおいて、「測定ヘッドの中心に対するエアノズル位置のズレ量」と「ガイドクリアランスによるワーク中心に対する測定ヘッドの中心の位置ズレ」とによって生じる測定誤差δは、次式により表される（図６参照）。

【００１７】

【数１】

$$\text{測定誤差}\quad \delta = 2r(1-\cos\theta)$$

$$\theta = \sin^{-1}(e/r)$$

なお、e＝（ガイドクリアランス／２）＋エアノズル位置のズレ量

r＝ワーク半径

ここで、エアノズル位置のズレ量は加工精度により決定され、最大値は加工公差の上限値となる。

【００１８】

したがって、測定誤差を所定値以内に抑えるためには、エアノズル位置のズレ量を加工公差の上限値と想定して上式によりガイドクリアランスの最適値を決定する必要がある。たとえば、ワーク半径ｒが２ｍｍ、エアノズル位置のズレ量を０．０２ｍｍとした場合、測定誤差（繰り返し精度）を０．５μｍに抑えるためには、上式よりガイドクリアランスは、約２３．２μｍ以下に設定する必要がある。

【００１９】

しかし、ガイドクリアランスを小さく設定すると、挿入しにくくなるとともに、測定ヘッド３２に磨耗が生じ、却って測定誤差が生じやすくなる。

【００２０】

そこで、本実施の形態の空気マイクロメータでは、ガイドクリアランスが５～２０μｍになるように設定している。

【００２１】

これにより、測定ヘッド挿入時の容易性を確保しつつ、繰り返し精度（繰り返し測定による測定値のバラツキ幅）が０．５μｍ以下の高精度な測定を行うことができる。

【００２２】

なお、図２において、符号４０はトップガイドである。このトップガイド４０は超硬合金製で円柱状に形成されており、測定ヘッド３２の先端部にボルト４２を介して着脱自在に取り付けられている。そして、その外径φＡは測定ヘッド３２の外径φＢよりもやや小さめに形成されている。このようなトップガイド４０を測定ヘッド３２の先端部に取り付けることにより、本実施の形態のようにガイドクリアランスを小さく設定した場合であっても、測定ヘッド３２をワーク２２を容易に挿入することができるようになる。また、測定ヘッド３２の磨耗を効果的に抑制することもできるとともに、姿勢誤差を排除して、高精度な測定を行うことができる。

【００２３】

なお、軟質ワークの場合、超硬合金製のトップガイド４０を用いると、ワーク側が磨耗してしまうので、この場合は、フッ素樹脂、ナイロン樹脂、ポリアセタール等の樹脂製のトップガイド４０を用いるのが好ましい。樹脂は摩擦が少ないので滑りが良くなり、挿入しやすくなるとともに、適度な柔らかさを有しているのでワークが傷つくのを効果的に抑制することができる。

【００２４】

また、図２、図３に示すように、各エアノズル３４、３４、…は、そのエア吹出口３４ａ、３４ａ、…に面取り加工を施さずに形成することが好ましい。このように形成することにより、容易に各エアノズル３４、３４、…の特性を合わせることができ、これにより高精度な測定が可能になる。

【００２５】

すなわち、エアノズル３４、３４、…のエア吹出口３４ａ、３４ａ、…に面取り加工を施

せば測定範囲が拡大するが、高精度な測定を行うためには、各エアノズルの特性、すなわち各エアノズルの位置、穴径を正確に合わせる（寸法を同じにする）必要がある。しかし、吹出口に面取り加工を施すこととすると、吹出口の中心と面取り加工の中心とを正確に合わせて加工したり、面取りの深さを正確に合わせて加工したりしなければならず、この結果、各エアノズルの特性を合わせることが極めて困難になる。そして、各エアノズルの特性が一致しない結果、高精度な測定ができなくなる。これに対して、各エアノズル３４、３４、…の吹出口３４ａ、３４ａ、…に面取り加工を施さないこととすれば、容易に各エアノズル３４、３４、…の特性を合わせることができ、高精度な測定が可能になる。

【００２６】

なお、吹出口に面取り加工を施さないこととすると、隙間の大きさの変化に対して背圧が直線的に変化する範囲、すなわち測定可能な範囲が狭まることとなるが、繰り返し精度が０．５μｍ以下の高精度な測定を行う場合には、測定範囲を狭い範囲に限定して使用するので、測定範囲を拡大する必要はない。

【００２７】

図４は、外径測定用ジェット５０の構成を示す側面断面図であり、図５は、図４の５－５断面図である。なお、ジェット以外の構成は内径測定用のものと同じであるので、ここではジェットの構成についてのみ説明する。

【００２８】

同図に示すように、リング状に形成された測定ヘッド５２には、４つの取付穴５４、５４、…が放射状に形成されている。各取付穴５４、５４、…には、それぞれ測定用ニップル５６、５６、…が嵌入されている。測定用ニップル５６にはエアノズル５８が形成されており、エアノズル５８は、その先端面が測定ヘッド５２の内周面から所定量退避して形成されている。空気源１２からレギュレータ１４、Ａ／Ｅ変換器１６を介してジェット５０に供給される圧縮空気は、このエアノズル５８、５８、…から測定ヘッド５２の中心に向かって噴射される。

【００２９】

ここで、同図に示すように、測定ヘッド５２にはワーク２４が挿入されるため、その内径φＥがワーク２４の外径φＦよりも大径に形成されている。そして、本実施の形態では、測定ヘッド５２の内径φＥが、ワーク２４の公差の大径側から５～２０μｍ大きくなるように形成されている。すなわち、ガイドクリアランス（φＥ－φＦ）が５～２０μｍになるように設定されている。これは、上記内径測定用ジェットの場合と同じ理由からである。

【００３０】

このように、ガイドクリアランスが５～２０μｍになるように設定することにより、ワーク挿入時の容易性を確保しつつ、繰り返し精度（繰り返し測定による測定値のバラツキ幅）が０．５μｍ以下の高精度な測定を行うことができる。

【００３１】

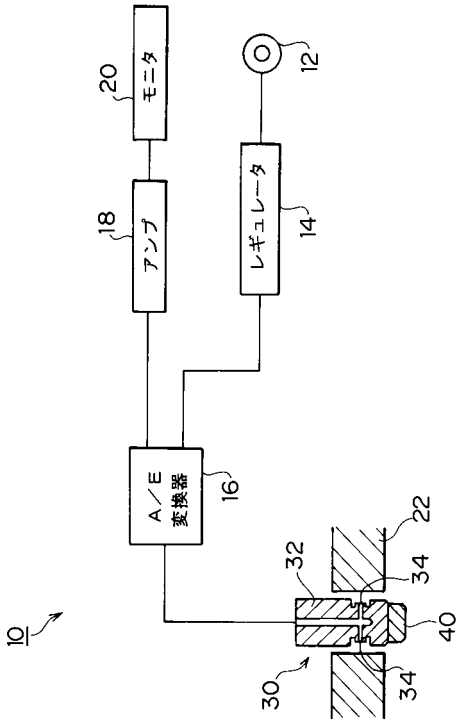
なお、図４において、符号６０はトップガイドである。このトップガイド６０は超硬合金製でリング状に形成されており、測定ヘッド５２の先端部にボルト６２を介して着脱自在に取り付けられている。そして、その内径φＤは測定ヘッド３２の内径φＥよりもやや大きめに形成されている。このようなトップガイド６０を取り付けることにより、ワーク２４を測定ヘッド５２に挿入し易くなるとともに、測定ヘッド５２の磨耗を効果的に抑制することができる。また、このトップガイド６０を取り付けることにより、姿勢誤差を排除して、高精度な測定を行うことができるようになる。

【００３２】

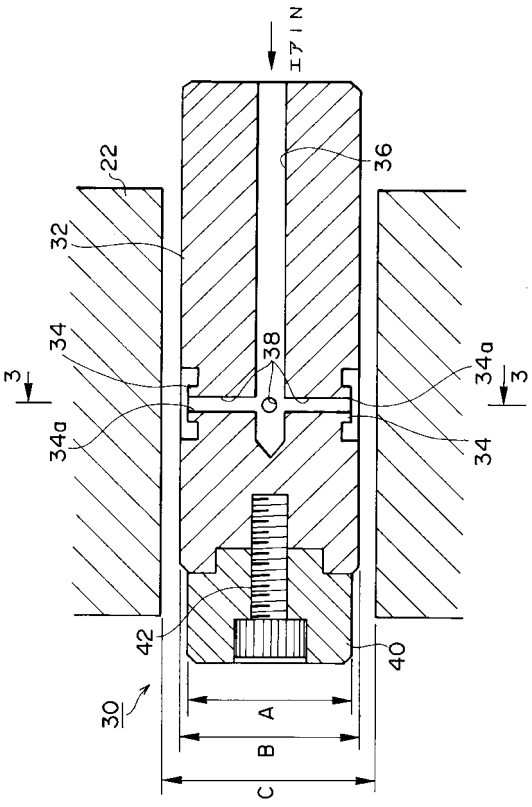
なお、軟質ワークの場合、超硬合金製のトップガイド６０を用いると、ワーク側が磨耗してしまうので、この場合は、フッ素樹脂、ナイロン樹脂、ポリアセタール等の樹脂製のトップガイド６０を用いるのが好ましい。樹脂は摩擦が少ないので滑りが良くなり、挿入しやすくなるとともに、適度な柔らかさを有しているのでワークが傷つくのを効果的に抑制することができる。

【００３３】
また、上述した内径測定用のジェットと同様に、各エアノズル５８、５８、…には、そのエア吹出口５８ａ、５８ａ、…に面取り加工を施さないことが好ましい。
【００３４】
なお、上述した実施の形態では、内径測定用、外径測定用共にエアノズルが４つ設置されているジェットを例に説明しているが、エアノズルの数はこれに限定されるものではない。
【００３５】
【発明の効果】
以上説明したように、本発明によれば、ガイドクリアランスを５～２０μｍに設定することにより、繰り返し精度が０．５μｍ以下の高精度な測定を行うことができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】背圧式空気マイクロメータの構成を示すブロック図
【図２】内径測定用ジェットの構成を示す側面断面図
【図３】図２の３－３断面図
【図４】外径測定用ジェットの構成を示す側面断面図
【図５】図４の５－５断面図
【図６】測定誤差の説明図
【符号の説明】
１０…背圧式空気マイクロメータ、１２…空気源、１４…レギュレータ、１６…Ａ／Ｅ変換器、１８…アンプ、２０…モニタ、２２、２４…ワーク、３０…内径測定用ジェット、３２…測定ヘッド、３４…エアノズル、３４ａ…吹出口、４０…トップガイド、５０…外径測定用ジェット、５２…測定ヘッド、５６…測定用ニップル、５８…エアノズル、５８ａ…吹出口、６０…トップガイド

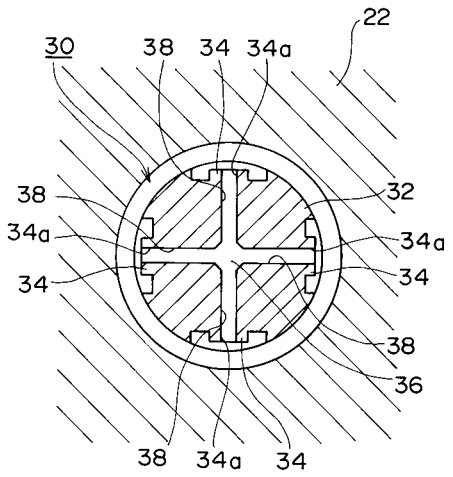
【図１】



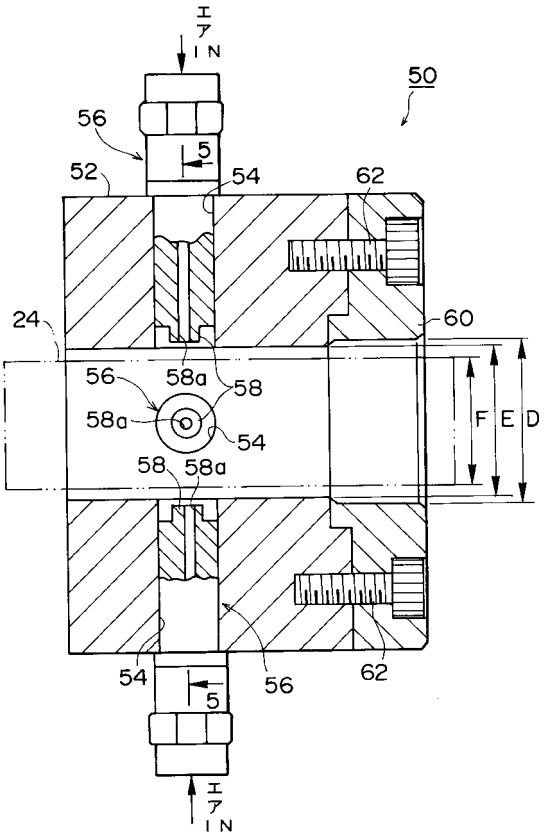
【図２】



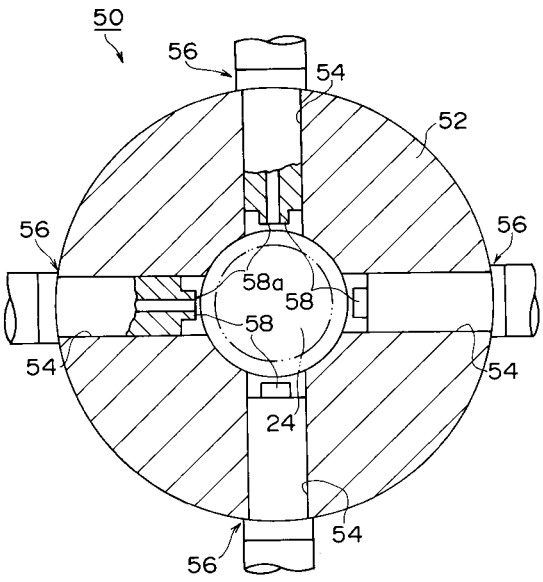
【図３】


30
38
34
34a
22
38
34a
32
34a
34
34
38
36
38
34a
34

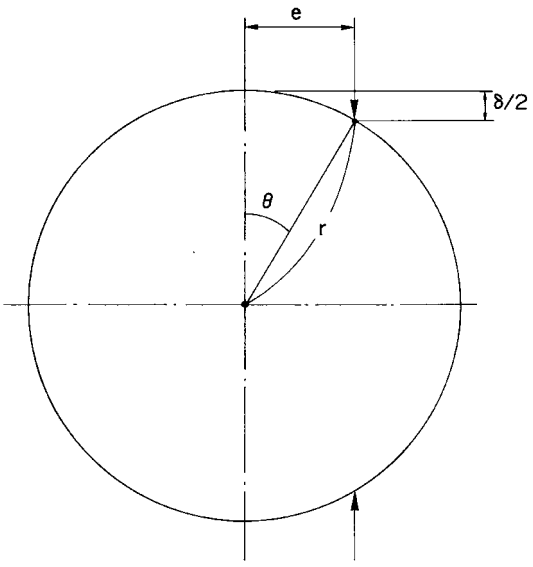
【図４】


エア IN
50
56
5
52
54
62
24
60
56
58a
58
58a
54
58
58a
F
E
D
54
5
56
62
エア IN

【図５】


50
56
54
52
56
56
58a
58
58
54
54
24
54
56

【図６】


e
δ/2
θ
r