

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-324000

(P2003-324000A)

(43) 公開日 平成15年11月14日 (2003. 11. 14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
H 0 5 H 13/04		H 0 5 H 13/04	C 2 G 0 8 5
B 2 3 K 1/19		B 2 3 K 1/19	B 4 G 0 2 6
	1/20		K
C 0 4 B 37/00		C 0 4 B 37/00	B
H 0 5 H 7/14		H 0 5 H 7/14	

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-128093 (P2002-128093)

(22) 出願日 平成14年4月30日 (2002. 4. 30)

特許法第30条第1項適用申請有り

(71) 出願人 000004097

日本原子力研究所
千葉県柏市末広町14番1号

(71) 出願人 391012707

高エネルギー加速器研究機構長
茨城県つくば市大穂1番地1

(72) 発明者 西澤 代治

茨城県那珂郡東海村白方字白根2番地の4
日本原子力研究所東海研究所内

(74) 代理人 100089705

弁理士 社本 一夫 (外5名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 長尺セラミックダクトとその形成方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、大開口径のセラミックダクト（ユニットダクト）同士を、より放射線劣化・経年劣化の少ない方法且つ高い接合強度で接合し、加速器主電磁石部のビームダクトとして用いる長尺（1m～5m）のセラミックビームダクトを形成することをその課題とする。

【解決手段】 本発明は、複数本のセラミックダクト同士を、それらの端面（断面）を高融点金属法によりメタライズしたのち、ロウ付けにより直接接合して長尺のセラミックダクトを形成する方法を課題解決手段とする。

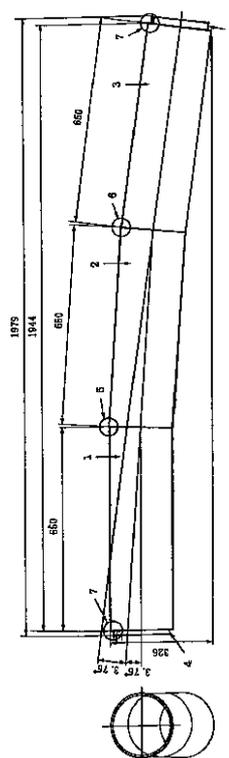


図1 本発明の方法により形成した大開口径セラミックビームダクト
(高融点金属法メタライズ+銀ロウ付け)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数本のセラミックダクト同士を、それらの端面（断面）を高融点金属法によりメタライズしたのち、ロウ付けにより直接接合して長尺（ダクト長1m～5m）のセラミックダクトを形成する方法。

【請求項2】 複数本のセラミックダクト同士を、活性金属法メタライズ・ロウ付けによって端面同士を直接接合し、長尺（ダクト長1m～5m）のセラミックダクトを形成する方法。

【請求項3】 ダクト同士の接合箇所のうち、1箇所又は2箇所で溶接を用いることを特徴とする、請求項1又は2のいずれか1項に記載の長尺セラミックダクトの形成方法。

【請求項4】 大開口径（円形断面の場合で内径150mm以上、矩形断面の場合で内寸150mm×250mm以上）且つ長さ500mm以上のセラミックダクトを用いることを特徴とする、請求項1～3のいずれか1項に記載の長尺セラミックダクトの形成方法。

【請求項5】 ダクト間にチタン、又はチタン合金等の非磁性金属製リングを挟んでロウ付けすることを特徴とする、請求項1～4のいずれか1項に記載の長尺セラミックダクトの形成方法。

【請求項6】 ダクト長方向に対して斜めに切断又は研磨された端面を有するダクトを用いることを特徴とする、請求項1～5のいずれか1項に記載の長尺セラミックダクトの形成方法。

【請求項7】 円形、又は楕円形、又は矩形、又はレーストラック形の断面を有するダクトを用い、請求項1～6のいずれか1項に記載の方法により形成した、加速器ビームダクト用の大開口径・長尺セラミックダクト。

【請求項8】 その両端面にチタン、又はチタン合金等の非磁性金属製スリーブ（リング）をロウ付けにより接合し、該スリーブ（リング）上にチタン、又はチタン合金等の非磁性金属製フランジが溶接されていることを特徴とするセラミックダクト。

【請求項9】 その両端面にチタン、又はチタン合金等の非磁性金属製スリーブ（リング）をロウ付けにより接合し、該スリーブ（リング）上にチタン、又はチタン合金等の非磁性金属製フランジが溶接されていることを特徴とする、請求項7記載の加速器ビームダクト用の大開口径・長尺セラミックダクト。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、加速器ビームダクト用の大開口径セラミックダクトの接合方法と、セラミックビームダクトへの金属フランジの接合方法に関する。

【0002】

【従来の技術】加速器主電磁石部のビームダクトにセラミックダクトを採用した先例として、英国ラザフォード

研究所のISIS加速器がある。ISIS加速器のシンクロトロンでは、ガラス接合法によりセラミックダクト同士を接合し、長尺のセラミックビームダクトを形成している。

【0003】また、現在の「大強度陽子加速器3GeVシンクロトロン」向けにKEK（高エネルギー加速器研究機構）で初めて試作した大開口径・長尺セラミックビームダクトは、ISIS加速器の先例に倣いガラス接合法により形成されている。

【0004】一般に大強度の陽子加速器のビームダクトは高強度の放射線にさらされるが、このときガラス接合部は放射線劣化やこれに伴う経年劣化が比較的進みやすく、真空リークを生ずる懸念がある。

【0005】またガラス接合法では、セラミックダクトへの金属製真空フランジの接合が非常に困難であり、セラミックフランジを接合して用いることになる。ところがセラミックフランジでは、超高真空に対応するシール性の高いメタルシールの使用が困難であり、従ってまた超高真空且つ迅速な脱着に対応する、メタルシールのクイックランプの使用も困難である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来技術の上記問題点を踏まえ、本発明においては以下の事項を解決課題とする。

【0007】a) 大開口径のセラミックダクト同士を、より放射線劣化・経年劣化の少ない方法且つ高い接合強度で接合し、加速器主電磁石部のビームダクトとして用いる長尺（1m～5m）のセラミックビームダクトを形成すること。

【0008】b) セラミックビームダクトに対して、メタルシール及びクイックランプを使うことのできる、非磁性の金属製フランジを接合すること。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明者らは上記課題を解決するため鋭意研究した結果、長尺セラミックダクトとその形成方法に関する本発明を完成するに至った。

【0010】すなわち、本発明者らは：

a) 大開口径の複数本のセラミックダクト同士を、その端面（断面）を高融点金属法によりメタライズしたのち、ロウ付けにより直接接合して長尺（ダクト全長1m～5m）のセラミックダクトを形成する方法を発明した；

b) 大開口径の複数本のセラミックダクト同士を、活性金属法メタライズ・ロウ付けによりその端面同士を直接接合し、長尺のセラミックダクトを形成する方法を考案した；

c) 前記a)、又はb)のようにして形成した長尺セラミックダクトの両端面を高融点金属法によりメタライズしたのち、ロウ付けにより非磁性の金属製スリーブ（リング）を接合し、さらにそのスリーブ（リング）上に非磁性金属製フランジを溶接する方法を発明した；そして、

d) 前記 a)、又は b) のようにして形成した長尺セラミックダクトの両端面に対して、活性金属法メタライズ・ロウ付けにより非磁性の金属製スリーブを接合し、さらにそのスリーブ上に非磁性金属製フランジを溶接する方法を考案した。

【0011】

【発明の実施の態様】本発明において、「長尺」とは、ダクトの全長が約1m～約5mであることをいい、「大開口径」とは、円形断面の場合で内径約150mm以上、矩形断面の場合で内寸約150×250mm以上であることをいう。

【0012】本発明においては、複数本のセラミックダクト(ユニットダクト)同士を、それらの端面(断面)を高融点金属法によりメタライズしたのち、ロウ付けにより直接接合して長尺セラミックダクトを形成する。

【0013】本発明においてはまた、メタライズとロウ付けを1つの工程で行える活性金属法メタライズ・ロウ付けを用い、複数本のセラミックダクトの端面を直接接合して長尺セラミックダクトを形成する。

【0014】本発明ではまた、複数箇所あるダクト同士の接合箇所のうち、1箇所(又は2箇所)に限定してロウ付け接合の代わりに溶接を用いることができる。この方法は例えば、全長4mの長尺セラミックダクトを収納できるロウ付け炉(例えば真空炉)がない場合に、ロウ付けにより形成した全長2mのダクト2本を溶接して全長4mのダクトを形成できるので、次善の方策として有効である。尚、この溶接を行う際は、例えば2つのセラミックダクトの端面にチタン製等の金属製リングをロウ付けにより接合したのち、その金属製リング同士を溶接して行う。

【0015】接合するダクトはその断面が円形でなくともよく、円形の他に楕円形、又は矩形、又はレーストラック形の断面を有するダクトを使用することができる。尚、セラミックダクトの製法上、矩形断面を有するダクトには、断面の四隅が直角ではなく丸みを帯びている形状のものも含まれることは当然である。

【0016】また、接合するセラミックダクトの端面はダクト長方向に対して直角ではなく、斜めに切断されていてもよく、そのようなダクトを接合することにより、最終的に形成される長尺セラミックダクトを所望な程度湾曲させることができる。

【0017】尚、セラミックダクト(ユニットダクト)焼成時の真円度及び円筒軸真直度の低下に伴う接合面積の減少、従って接合強度の低下を補償するため、接合するダクトの間に、チタン、又はチタン合金等の非磁性金属製リングを挟んでロウ付けすることもできる。

【0018】接合して形成した長尺セラミックダクトの両端面に於いては、加速器ビームダクトとしての据付に際して、特にメタルシール及びクイックランプを使うことのできるように、金属製フランジ(非磁性)を接合することができる。この際、長尺ダクトの両端面にチタ

ン、又はチタン合金等の非磁性金属製スリーブ(リング)をロウ付けにより接合し、そのスリーブ(リング)上に非磁性金属製フランジを溶接する。

【0019】本発明において、ロウ付けの際に使用するロウ材は、当技術分野において通常使用するロウ材(例えば銀ロウ:BAg-8)を用いることができる。本発明は、加速器ビームダクトに使用する大開口径セラミックダクトの接合方法に関するが、本質的にはダクトの開口径に依存することなく使用することができる。

10 【0020】

【実施例】「大強度陽子加速器3GeVシンクロトロン」用に試作した、大開口径長尺セラミックビームダクトの概要を、図1、図2に示す。以下、図1に従って本発明の長尺セラミックビームダクトの形成方法を説明する。

【0021】a) 3本の円筒状のアルミナセラミック製ユニットダクト(外径約200mm、内径約185mm、肉厚約7.5mm、長さ約650mm)の端面を、ユニットダクト1と3については片側のみダクト長方向に対して直角から1.875deg斜めに傾いた端面を持つように、またユニットダクト2については、両側ともダクト長方向に対して直角から1.875deg斜めに傾いた端面を持つように、切断・研磨加工した。

【0022】b) 高融点金属法により、ダクト1～3の両端面をMo-Mn(モリブデン-マンガン)メタライズした。

【0023】c) 両端面のメタライズされたユニットダクト1～3を大型真空炉に入れ、ダクト同士の接合面5、6、及びダクト1、3とチタンスリーブ4の接合面7が密着するように治具を用いて縦置きする。

【0024】d) ここで接合面5には、ユニットダクトの真円度及び円筒軸真直度の低下に伴う接合面積の減少を補償するため、2本のダクト間に非磁性金属であるチタンリング(図3に示す)が挟まれている。

【0025】e) 真空炉を稼働し、各接合部を銀ロウ付け接合した。ここでロウ材として銀ロウBAg-8を用いた。

【0026】f) 形成された長尺ダクトの両端部のチタンスリーブ(図4に示す)に、チタン製のISO-K200対応のテーパフランジ(図5に示す)をTig溶接した。

【0027】g) このように形成した大開口径長尺セラミックビームダクトに於いて、ユニットダクト同士のメタライズ・銀ロウ付け接合部、両端面のユニットダクトとチタンスリーブの銀ロウ付け接合部、チタンスリーブとチタンフランジの溶接部に真空リークのないことを確認した。このダクトは、ダクト長方向に対して直角ではなく1.875deg斜めに切断された接合面(端面)を有するユニットダクトを接合して形成したことから、全体で7.5deg湾曲していることに相当する(図2に示す)。

【0028】以上により、本発明の大開口径長尺セラミックビームダクトの形成方法の妥当性を実証できたこと

になる。

【0029】

【発明の効果】1)本発明により、大開口径のセラミックダクト(ユニットダクト)同士を、より放射線劣化・経年劣化の少ない方法且つ高い接合強度で接合できるようになった。これにより、ガラス接合を使わない、信頼性の高い加速器主電磁石用の大開口径の長尺セラミックビームダクト(1m~5m)を実現できる。

【0030】2)本発明により、セラミックビームダクトの両端面に対して、チタン等の非磁性金属製フランジを接合できるようになった。これによりメタルシール及びクイッククランプを使うことができるので、超高真空対応の真空シールが実現される。さらに迅速なフランジ着脱が可能となるので、メンテナンス時の残留放射能からの被曝量を大幅に低減できる、という優れた効果が得られる。

【0031】3)本発明に従えば、セラミックビームダクト両端面にチタン製等の非磁性金属製のスリーブとフランジを接合することができるので、磁場歪みを極小化できる。従って、加速する陽子ビームの品質等に与える影響を可能な限り小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は、本発明(高融点金属法メタライズ+銀口ウ付け)により形成した大開口径長尺セラミックビ*

*ームダクトの概要を示す。

【符号の説明】

- 1 ユニットダクト(アルミナセラミック)
- 2 ユニットダクト(アルミナセラミック)
- 3 ユニットダクト(アルミナセラミック)
- 4 チタンスリーブ
- 5 接合部-1(チタンリング入り、メタライズ+銀口ウ付け)
- 6 接合部-2(メタライズ+銀口ウ付け)
- 7 接合部-3(銀口ウ付け)

【図2】 図2は、本発明(高融点金属法メタライズ+銀口ウ付け)により、「大強度陽子加速器3GeVシンクロトロン」用に試作した、大開口径長尺セラミックビームダクトを示す。

【図3】 図3は、チタンリングを挟んだセラミックダクト同士の接合部を示す(図1中、5:接合部-1 チタンリング入り、メタライズ+銀口ウ付け)。

【図4】 図4は、形成された長尺ダクトの端面とチタンスリーブとの接合部を示す(図1中、7:接合部-3 銀口ウ付け)。

【図5】 図5は、形成された長尺ダクトの端面に於けるチタンスリーブとチタンフランジとの接合部(Tig溶接)を示す(図1には示さず)。

【図2】

【図3】

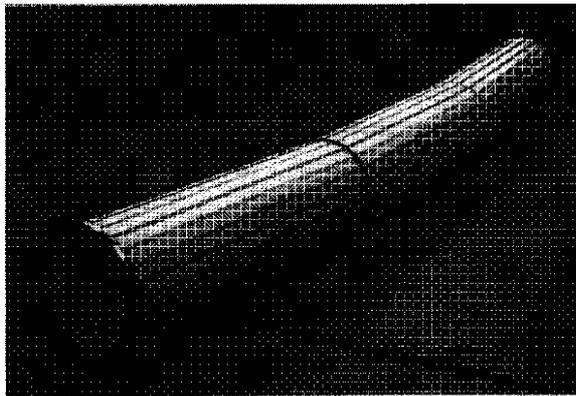


図2 本発明により形成した大開口径長尺セラミックビームダクト(高融点メタライズ+銀口ウ付け)

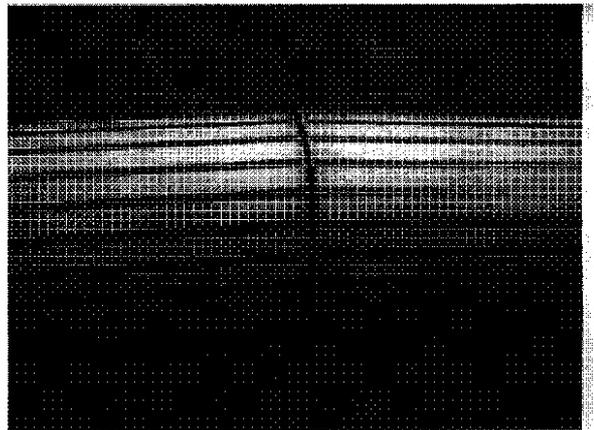


図3 チタンリングを挟んだセラミックダクト同士の接合部(チタンリング入り、メタライズ+銀口ウ付け)

【図1】

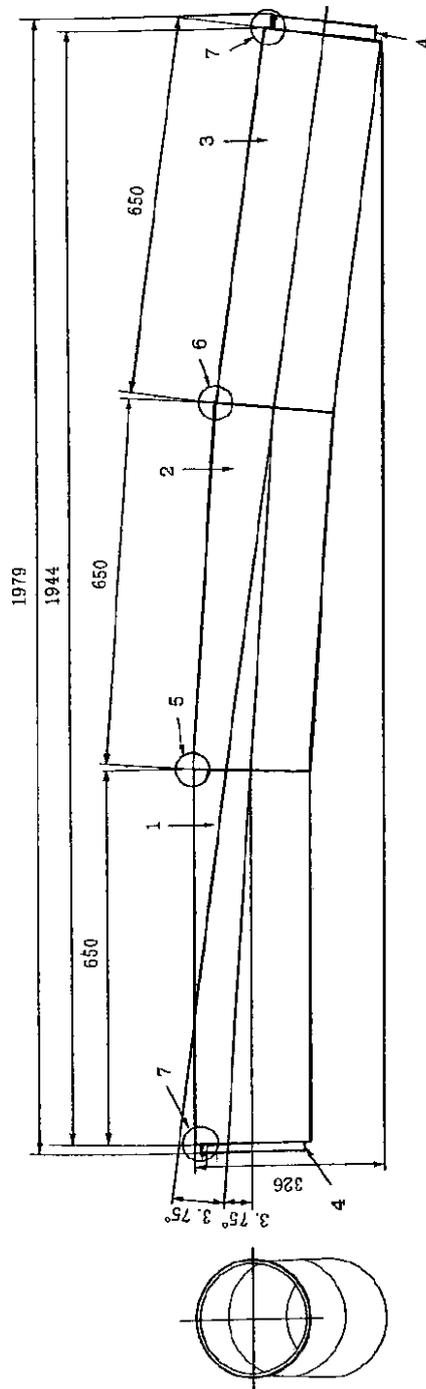


図1 本発明方法により形成した大開口径長尺セラミックビームダクト
(高融点金属法メタライズ+銀ロウ付け)

【図4】

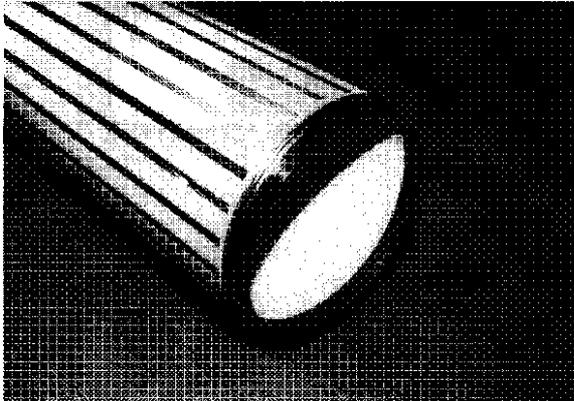


図4 形成された長尺ダクトの端面とチタンスリーブとの接合部
(銀ロウ付け)

【図5】

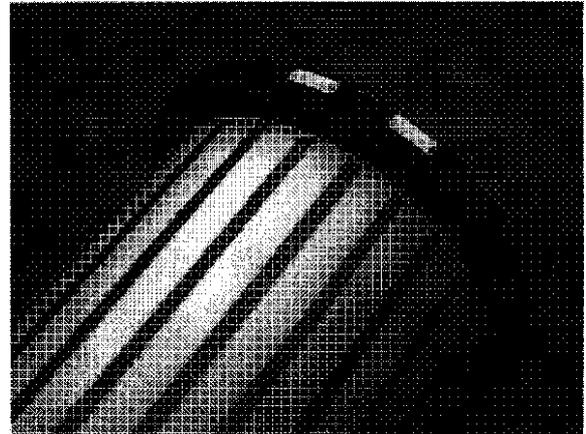


図5 形成された長尺ダクトの端面に於けるチタンスリーブと
チタンフランジとの接合部 (Tig溶接)

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷ 識別記号
// B 2 3 K 101:06

F I テーマード(参考)
B 2 3 K 101:06

(72)発明者 金正 倫計
茨城県那珂郡東海村白方字白根2番地の4
日本原子力研究所東海研究所内

(72)発明者 齊藤 芳男
茨城県つくば市大穂1-1 高エネルギー
加速器研究機構 加速器研究施設内
Fターム(参考) 2G085 AA13 BA14 BA16 BC20 BD03
BD04 BE10 EA01 EA04
4G026 BA03 BB03 BC01 BD02 BF16
BG02 BH01