

MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA NUMERO	**102000900820039**
Data Deposito	**08/02/2000**
Data Pubblicazione	**08/08/2001**

Priorità	031748/99
Nazione Priorità	JP
Data Deposito Priorità	

Sezione	**Classe**	**Sottoclasse**	**Gruppo**	**Sottogruppo**
B	60	K		

Titolo

SILENZIATORE PER MOTORE A COMBUSTIONE INTERNA.

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Silenziatore per motore a combustione interna"

di: HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA, nazionalità giapponese, 1-1, Minamiaoyama 2-chome, Minato-ku, Tokyo (GIAPPONE)

Inventori designati: TAKAHASHI, Yasushi; KASHIWAGI, Hitoshi; JINNO, Hiroaki; NAKAJIMA, Mutsuo; NUMATA, Hidehiko

Depositata il: 28 FEB. 2000 TO 2000A000122

** * **

DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce ad un silenziatore per un motore a combustione interna, adatto per l'applicazione ad una motocicletta o ad un veicolo a motore a quattro ruote o simili.

In un motore a combustione interna utilizzato in una motocicletta o simili, se un rumore di scarico fosse liberato senza attenuazione nell'atmosfera, vi sarebbe un rumore esplosivo. Per sopprimere la generazione di tale rumore esplosivo, un silenziatore è collegato al veicolo per permettere che il gas di scarico lo attraversi e per assorbire onde acustiche in modo da attenuare il rumore di scarico.

La figura 6 illustra schematicamente una configurazione in sezione longitudinale di un silenziato-

IACOBACCI & PERANI S.p.A.

GM/gm

re del tipo a camera di espansione a stadi multipli 1. Il silenziatore 1 ha un corpo del silenziatore 2 generalmente cilindrico. Il corpo del silenziatore 2 comprende una parete circonferenziale 3, pareti anteriore e posteriore (pareti di partizione anteriore e posteriore) 4a, 4d che chiudono la parete circonferenziale 3, e pareti di partizione 4b e 4c formanti pareti intermedie. Con queste pareti, si formano una prima, una seconda ed una terza camera di espansione (camere dalla prima alla terza) 5a, 5b, 5c.

Un tubo di scarico 6 per l'introduzione di un gas (denominato anche gas di scarico) G nel corpo 2 del silenziatore è installato attraverso la parete di partizione anteriore 4a del corpo 2 del silenziatore, mentre un tubo di uscita 9 per lo scarico del gas G dall'interno del corpo 2 del silenziatore è installato attraverso la parete di partizione posteriore 4d del corpo del silenziatore. Inoltre, tubi 7 ed 8 sono installati attraverso le pareti di partizione intermedie 4b e 4c. Nella figura 6, le frecce indicano le direzioni di flusso del gas G.

Nel silenziatore 1 illustrato nella figura 6, le camere di espansione dalla prima alla terza da 5a a 5c sono adiacenti l'una all'altra in tre stadi, ma il silenziatore 1 può essere descritto mediante un

IACOBACCI & PERANI S.p.A.

silenziatore 12 ad una sola camera (singola camera di espansione) considerato come modello.

Il silenziatore 12 ha una camera di espansione 14 generalmente cilindrica formante un corpo del silenziatore. La camera di espansione 14 è costituita da una parete circonferenziale 16 avente una lunghezza complessiva L e da pareti di partizione anteriore e posteriore 18, 20 che chiudono la parete circonferenziale 16 e che hanno un diametro ΦC.

Un tubo di scarico 22 avente un diametro ΦA per l'introduzione dal gas G nella camera di espansione 14, è installato attraverso la parete di partizione anteriore 18 della camera di espansione 14, mentre un tubo di uscita 24 avente un diametro ΦB per lo scarico del gas G dall'interno della camera di espansione 14 è installato attraverso la parete di partizione posteriore 20 della camera di espansione. Anche nella figura 7, le frecce indicano la direzione di flusso del gas G.

Si farà ora un confronto tra la prima camera di espansione 5a nel silenziatore 1 illustrato nella figura 6 ed il silenziatore 12 come modello ad una sola camera illustrato nella figura 7. Si vede che la parete di partizione anteriore 4a nel silenziatore 1 e la parete di partizione anteriore 18 nel si-

IACOBACCI & PERANI S.p.A.

lenziatore 12 corrispondono l'una all'altra, che la parete di partizione 4b nel silenziatore 1 e la parete di partizione posteriore 20 nel silenziatore 12 corrispondono l'una all'altra, che il tubo di scarico 6 nel silenziatore 1 ed il tubo di scarico 22 nel silenziatore 12 corrispondono l'uno all'altro, e che il tubo interno 7 nel silenziatore 1 ed il tubo di uscita 24 nel silenziatore 12 corrispondono l'uno all'altro. Inoltre, per quanto riguarda la seconda e la terza camera di espansione rimanenti 5b, 5c nel silenziatore 1, esse possono essere paragonate analogamente al silenziatore 12 come modello ad una sola camera illustrato nella figura 7.

Nel silenziatore 12 illustrato nella figura 7, una caratteristica di smorzamento acustico, una caratteristica di potenza sviluppata dal motore (caratteristica di attraversamento di scarico), e la compattezza sono considerati fattori importanti. E' noto che la caratteristica di smorzamento acustico è migliorata aumentando il diametro ΦA del tubo di scarico 22 ed accorciando la distanza, a, da una estremità di uscita di gas del tubo 22 ad una superficie interna 26 della parete di partizione posteriore 20 e la distanza, b, da un lato di ingresso di gas del tubo di uscita 24 ad una superficie interna

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

28 della parete di partizione anteriore 18, aumentando la resistenza al flusso del gas di scarico G.

Tuttavia, nel caso in cui la resistenza al flusso del gas di scarico G sia aumentata accorciando la distanza, a, dall'estremità di uscita di gas del tubo di scarico 22 alla superficie interna 26 della parete di partizione posteriore 20 o la distanza, b, dall'estremità di ingresso di gas del tubo di uscita 24 alla superficie interna 28 della parete di partizione anteriore 18, nasce il problema che la potenza sviluppata dal motore si riduce. In altre parole, esiste una relazione di reciprocità, ossia una cosiddetta relazione inversa, per la caratteristica di smorzamento acustico secondo la quale la caratteristica di attraversamento di scarico del motore è deteriorata.

Alla luce del punto precedente e per rendere compatibili l'una con l'altra una caratteristica di smorzamento acustico desiderata ed una caratteristica desiderata di potenza sviluppata dal motore, la Richiedente nel presente caso ha progettato in base all'esperienza un silenziatore in modo che il rapporto tra la distanza, a, ed il diametro ΦA del tubo di scarico 22 ed il rapporto tra la distanza, b, ed il diametro ΦB del tubo di uscita 24 siano rispetti-

MACCACCI & PERANI S.p.A.

vamente $(a/\Phi A) \geq 1,2$ e $(b/\Phi B) \geq 1,2$.

La lunghezza del tubo di scarico per mettere in comunicazione la camera di espansione (la camera di espansione 5a nella figura 6) disposta sul lato di monte con una luce di scarico del motore a combustione interna (non rappresentato) è correlata con una caratteristica di coppia relativa alla velocità di rotazione del motore, mentre il diametro del tubo di uscita che sbocca nell'atmosfera dalla camera di espansione (la camera di espansione 5c nella figura 6) disposta sul lato di valle è correlato con la cilindrata del motore a combustione interna e con l'ampiezza di un campo di velocità di rotazione normali.

Pertanto, per ottenere una ottimizzazione con un bilanciamento tra le tre caratteristiche costituite dalla caratteristica di smorzamento acustico, dalla caratteristica di potenza sviluppata dal motore e dalla compattezza, è stato finora richiesto di adattare le distanze a e b in ogni camera di espansione, adattare la lunghezza complessiva L ed adattare il diametro di ogni tubo interno per il collegamento tra camere di espansione adiacenti.

La presente invenzione è stata realizzata prendendo in considerazione i problemi precedentemente

MACCHACCI & PERANI S.p.A.

menzionati e costituisce uno scopo dell'invenzione realizzare un silenziatore per un motore a combustione interna che permetta una ulteriore ottimizzazione della caratteristica di potenza sviluppata dal motore e della compattezza assicurando una caratteristica di smorzamento acustico desiderata.

Secondo l'invenzione (l'invenzione definita nella rivendicazione 1), si realizza un silenziatore per un motore a combustione interna, comprendente:

una camera di espansione cilindrica generalmente cava costituita da una parete circonferenziale e da pareti di partizione anteriore e posteriore disposte in posizioni anteriore e posteriore rispetto alla parete circonferenziale;

un tubo di scarico disposto attraverso la parete di partizione anteriore in modo da introdurre un gas nella camera di espansione; e

un tubo di uscita disposto attraverso la parete di partizione posteriore in modo da scaricare il gas dall'interno della camera di espansione;

in cui, quando il diametro interno del tubo di scarico è indicato con ΦA e la distanza da una estremità di uscita di gas del tubo di scarico ad una superficie interna della parete di partizione posteriore è indicata con a, il diametro interno ΦA

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

e la distanza, a, soddisfano la seguente relazione: $0,6 \leq (a/\Phi A) < 1,2$.

Secondo l'invenzione precedentemente descritta, impostando la relazione tra il diametro interno del tubo di scarico ΦA e la distanza, a, dall'estremità di uscita di gas del tubo di scarico alla superficie interna della parete di partizione posteriore come $0,6 \leq (a/\Phi A) < 1,2$, è possibile ottenere un silenziatore avente una combinazione ottimale di caratteristica di potenza sviluppata dal motore e compattezza assicurando una caratteristica di smorzamento acustico desiderata.

Inoltre, impostando la relazione tra il diametro interno del tubo di uscita ΦB e la distanza, b, dall'estremità di ingresso di gas del tubo di uscita alla superficie interna della parete di partizione anteriore come $0,25 \leq (b/\Phi B) < 1,2$, è possibile ottenere un silenziatore avente una eccellente combinazione di caratteristica di potenza sviluppata dal motore e compattezza assicurando una caratteristica di smorzamento acustico desiderata (l'invenzione definita nella rivendicazione 2).

Nell'invenzione secondo la rivendicazione 2, realizzando l'estremità di ingresso di gas del tubo di uscita in una forma scampanata, la camera di

espansione e di conseguenza il corpo del silenziatore possono essere resi compatti assicurando prestazioni desiderate di smorzamento acustico ed una caratteristica desiderata di potenza sviluppata dal motore (l'invenzione definita nella rivendicazione 3).

Nell'invenzione secondo la rivendicazione 2, impostando la relazione tra il diametro interno ΦB e la distanza, b, come $0,4 \leq (b/\Phi B) < 1,2$, è possibile ottenere un silenziatore avente una combinazione ottimale di caratteristica di potenza sviluppata dal motore e compattezza assicurando un effetto desiderato di smorzamento acustico (l'invenzione definita nella rivendicazione 4).

Inoltre, nel caso della variazione della relazione dimensionale tra il tubo di scarico ed il tubo di uscita, mantenendo la relazione del diametro interno ΦB e della distanza, b, con il diametro interno ΦA e la distanza, a, come $(b/\Phi B) \leq (a/\Phi A)$, è possibile ottenere un ulteriore miglioramento della compattezza assicurando un effetto desiderato di smorzamento acustico ed una caratteristica desiderata di potenza sviluppata dal motore (l'invenzione definita nella rivendicazione 5).

Un modello di analisi adottato nella presente

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

invenzione sarà descritto nel seguito con riferimento ai disegni, nei quali:

la figura 1 rappresenta una vista in sezione schematica di un silenziatore in accordo con una forma di attuazione della presente invenzione;

la figura 2 rappresenta un diagramma caratteristico di attraversamento del gas di scarico relativo ad un tubo di scarico;

la figura 3 rappresenta un diagramma caratteristico di attraversamento del gas di scarico relativo ad un tubo di uscita;

la figura 4 rappresenta un diagramma schematico in sezione di un silenziatore avente un tubo di uscita di forma scampanata in accordo con un'altra forma di attuazione della presente invenzione;

la figura 5 rappresenta un diagramma caratteristico di attraversamento del gas di scarico relativo al tubo di uscita di forma scampanata;

la figura 6 rappresenta un diagramma schematico in sezione che mostra una configurazione schematica in una direzione longitudinale di un silenziatore del tipo a camera di espansione a stadi multipli; e

la figura 7 rappresenta un diagramma schematico in sezione per spiegare un silenziatore tradizionale.

IACOBACCI & PERANI S.p.A.

La figura 1 mostra una configurazione schematica in sezione di un silenziatore 32 che attua la presente invenzione. Il silenziatore 32 è provvisto di una camera di espansione cilindrica (indicata anche semplicemente come camera) 34 formante un corpo del silenziatore avente una lunghezza interna complessiva (indicata anche per comodità come dimensione esterna) L ed un diametro interno ΦC. La camera di espansione 34 è costituita da una parete circonferenziale 36 e da pareti di partizione anteriore e posteriore 38, 40 che chiudono la parete circonferenziale 36.

Un tubo di scarico 42 per l'introduzione di un gas (indicato anche come gas di scarico) G nella camera di espansione 34 è installato attraverso la parete di partizione anteriore 38 della camera di espansione 34, con il tubo di scarico 42 avente un diametro ΦA ed una lunghezza l1, mentre un tubo di uscita 44 per scaricare il gas G dall'interno della camera di espansione 34 è installato attraverso la parete di partizione posteriore 40 della camera di espansione 34, con il tubo di uscita 44 avente un diametro ΦB ed una lunghezza l2. Nella figura 1, le frecce indicano la direzione di flusso del gas G.

Nel silenziatore 32 avente tale configurazione,

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

una caratteristica di smorzamento acustico, una caratteristica di potenza sviluppata dal motore (caratteristica di attraversamento del gas di scarico) e la compattezza sono considerate fattori importanti, come precedentemente indicato. Per quanto riguarda la caratteristica di smorzamento acustico, minore è il diametro ΦA del tubo di scarico 22, migliore è tale caratteristica.

E' anche noto che la caratteristica di smorzamento acustico migliora accorciando la distanza (indicata anche come distanza della porzione di uscita), a, da una estremità di uscita di gas (estremità del tubo), p, del tubo di scarico 42 ad una superficie interna 46 della parete di partizione posteriore 40 o la distanza (denominata anche distanza della porzione di aspirazione), b, da una estremità di ingresso di gas (estremità del tubo), q, del tubo di uscita 44 ad una superficie interna 48 della parete di partizione anteriore 38 ed aumentando cosi la resistenza al flusso del gas di scarico G. Tuttavia, un aumento della resistenza al flusso provoca un deterioramento della caratteristica di attraversamento del gas di scarico.

Saranno descritti in seguito calcoli di simulazione per determinare un campo ottimale del rapporto

IACOBACCI & PERANI S.p.A.

tra la distanza, a, ed il diametro ΦA (a/ΦA) ed un campo ottimale del rapporto tra la distanza, b, ed il diametro ΦB (b/ΦB) che sono stati finora determinati in base all'esperienza. Utilizzando come dati morfologici un modello solido preparato mediante un sistema CAD tridimensionale, come CATIA, i calcoli di simulazione sono stati eseguiti in conformità con un procedimento PCC (Celle Parziali in coordinate cartesiane) {12th Internal Combustion Engine Symposium Record (1995, pagine 91-96), Yasumoto Takahashi e Hitoshi Fujii}. I risultati della simulazione che saranno descritti nel seguito sono anche applicabili a ciascuna delle camere di espansione da 5a a 5c nel silenziatore a stadi multipli 1 illustrato nella figura 6.

Simulazione 1: Caratteristica di attraversamento del gas di scarico relativa al tubo di scarico 42

Inizialmente, con riferimento al modello del silenziatore ad una sola camera (silenziatore unitario) 32 illustrato nella figura 1, la lunghezza complessiva L e le dimensioni del tubo di uscita 44 sono fisse, mentre il rapporto tra la distanza, a, dall'estremità di uscita di gas, p, del tubo di scarico 42 alla parete interna (indicata anche nel se-

IAGOBACCI & PERANI S.p.A.

guito come parete di partizione) 46 ed il diametro interno ΦA del tubo di scarico, ossia (a/ΦA), è utilizzato come variabile, ed in questa condizione è stata calcolata una caratteristica di attraversamento del gas di scarico.

Analogamente, sono state calcolate caratteristiche di attraversamento del gas di scarico in varie combinazioni del diametro ΦA del tubo di scarico e del diametro ΦB del tubo di uscita 44.

La figura 2 mostra i risultati del calcolo eseguito con riferimento alla relazione tra il valore del rapporto tra la distanza, a, dall'estremità di uscita di gas, p, alla parete di partizione 46 ed il diametro ΦA del tubo di scarico 42, ossia (a/ΦA), e la caratteristica di attraversamento del gas di scarico. Nella stessa figura, i valori di una caratteristica di attraversamento del gas di scarico 50 comprendente caratteristiche da 1 a 5 che sono state cerchiate, sono stati ottenuti rendendo adimensionali le portate di gas. Le combinazioni del diametro ΦA del tubo di scarico 42 e del diametro ΦB del tubo di uscita, che sono tabulate nella figura 2, sono le seguenti. Caratteristica 1: ΦA = 19,8, ΦB = 26,2; caratteristica 2: ΦA = 26,2, ΦB = 19,8; caratteristica 3: ΦA = 32,6, ΦB = 26,2; caratteristica 4: ΦA

MAGGIACCI & PERANI S.p.A.

= ΦB = 26,2; caratteristica 5: ΦA = 26,2, ΦB = 32,6.

Nel grafico della caratteristica di attraversamento del gas di scarico 50 riportato nella figura 2, il lato destro (rapporto a/ΦA maggiore) del grafico rappresenta una condizione in cui la distanza, a, dall'estremità di uscita di gas, p, alla parete di partizione 46 è massima, mentre il lato sinistro nella stessa figura rappresenta una condizione in cui più ci si avvicina al lato sinistro (lato corrispondente ad a/ΦA minore) nella figura 2, più l'estremità di uscita di gas, p, si estende verso il lato della parete di partizione 46, rendendo minore la distanza, a.

Con riferimento alla figura 2 si vede che la caratteristica di attraversamento del gas di scarico 50 relativa al tubo di scarico 42 si deteriora bruscamente per un valore del rapporto (a/ΦA) ≤ 0,6 e diventa quasi stabile e subisce una variazione ridotta per un valore del rapporto (a/ΦA) = 0,6 o più.

Per quanto riguarda il grado di deterioramento della caratteristica di attraversamento del gas di scarico per un valore del rapporto (a/ΦA) ≤ 0,6, si può ricavare dal confronto delle caratteristiche 1, 3 e 4 che, quando il diametro ΦB del tubo di uscita 44 è costante (ΦB = 26,2 mm), minore è il diametro

MARELLI & FERRARI S.p.A.

ΦA del tubo di scarico 42, meno accentuato è il deterioramento (ΦA = 19,8, 32,6 e 26,2 nelle caratteristiche 1, 3 e 4, rispettivamente), e che, maggiore è il diametro ΦB, più la condizione di deterioramento della caratteristica è ritardata.

Inoltre, dal confronto delle caratteristiche 2, 4 e 5, si vede che l'inizio del deterioramento della caratteristica è costante indipendentemente dal diametro ΦB del tubo di uscita 44 (ΦB = 19,8, 26,2, e 32,6 nelle caratteristiche 2, 4 e 5, rispettivamente), ma che, quando il diametro ΦB diventa maggiore, si verifica una variazione ondulatoria per un valore del rapporto (a/ΦA) $\leq$ 0,6 e la stabilità è deteriorata.

Per quanto riguarda le caratteristiche di smorzamento acustico, è ovvio, senza necessità di calcolo, che minore è il valore del rapporto (a/ΦA), più l'effetto di smorzamento acustico è pronunciato, per cui i risultati dei calcoli precedenti dimostrano che, anche se il valore del rapporto (a/ΦA) è fissato ancora minore del valore tradizionale del rapporto basato sull'esperienza (a/ΦA) pari ad 1,2, è possibile ottenere un effetto soddisfacente di smorzamento acustico, compattezza ed una ulteriore ottimizzazione evitando il deterioramento della caratte-

LAURENCI & PERRI S.r.l.

ristica relativa alla potenza sviluppata.

Dai calcoli e dagli studi precedenti si vede che un valore ottimale del rapporto tra la distanza, a, dall'estremità di uscita di gas, p, alla parete di partizione 46 ed il diametro ΦA del tubo di scarico 42 può essere ottenuto dalla seguente espressione (1):

$$(a/\Phi A) = 0,6 \qquad \ldots (1)$$

Nel caso in cui il silenziatore debba essere realizzato in modo meno costoso prendendo in considerazione un errore di produzione in serie, un valore adatto può essere determinato entro il campo definito dalla seguente espressione (2):

$$0,6 \leq (a/\Phi A) \leq 1,2 \qquad \ldots (2)$$

Quando il silenziatore deve essere fabbricato in un procedimento con precisione relativamente elevata e con un errore limitato di produzione in serie e quando l'effetto di smorzamento acustico deve essere migliorato senza modificare la dimensione esterna del silenziatore o quando la dimensione del silenziatore deve essere ulteriormente ridotta, il silenziatore può essere progettato entro il campo definito dalla seguente espressione:

$$0,6 \leq (a/\Phi A) \leq 0,8 \qquad \ldots (3)$$

IACOBACCI & PERANI S.p.A.

Simulazione 2: Caratteristica di attraversamento del gas di scarico relativa al tubo di uscita 44

Inizialmente, con riferimento al modello del silenziatore ad una sola camera (silenziatore unitario) 32 illustrato nella figura 1, la lunghezza complessiva L e le dimensioni del tubo di scarico 42 sono fisse, mentre il valore del rapporto tra la distanza, b, dall'estremità di ingresso di gas, q, del tubo di uscita 44 alla parete interna (parete di partizione) 48 ed il diametro ΦB, ossia (b/ΦB), è utilizzato come variabile, ed è stata calcolata una caratteristica di attraversamento del gas di scarico (caratteristica di aspirazione).

Analogamente, sono state calcolate caratteristiche di attraversamento del gas di scarico in varie combinazioni del diametro ΦA del tubo di scarico 42 e del diametro ΦB del tubo di uscita 44.

La figura 3 mostra i risultati dei calcoli eseguiti con riferimento alla relazione tra il valore del rapporto tra la distanza, b, dall'estremità di ingresso di gas, q, alla parete interna (indicata anche come parete di partizione) 48 ed il diametro ΦB del tubo di uscita 44, ossia (b/ΦB), ed una caratteristica di attraversamento del gas di scarico

MACOBACCI & PERANI S.p.A.

52. I valori della caratteristica di attraversamento del gas di scarico 52 (da 6 a 10 che sono cerchiati) sono stati ottenuti rendendo adimensionali le portate di gas. Le combinazioni del diametro ΦA del tubo di scarico 42 e del diametro ΦB del tubo di uscita 44, che sono tabulate nella figura 3, sono le seguenti. Caratteristica 6: ΦA = 19,8, ΦB = 26,2; caratteristica 7: ΦA = 26,2, ΦB = 19,8; caratteristica 8: ΦA = 32,6, ΦB = 26,2; caratteristica 9: ΦA = ΦB = 26,2; caratteristica 10: ΦA = 26,2, ΦB = 32,6. Nel grafico della caratteristica di attraversamento del gas di scarico 52 riportato nella figura 3, il lato destro (rapporto b/ΦB maggiore) del grafico rappresenta una condizione in cui la distanza, b, dall'estremità di ingresso di gas, q, alla parete di partizione 48 è massima, mentre il lato sinistro nella stessa figura rappresenta una condizione in cui, più ci si avvicina al lato sinistro (lato corrispondente a b/ΦB minore) nella figura 3, maggiormente l'estremità di ingresso di gas, q, si estende verso il lato della parete di partizione 48, rendendo minore la distanza, b.

Dalla figura 3 si può vedere che la caratteristica di attraversamento del gas di scarico 52 relativa al tubo di uscita 44 si deteriora bruscamente

IACOBACCI & PERANI S.p.A.

per un valore del rapporto (b/ΦB) ≤ 0,4 e diventa quasi stabile e subisce variazioni limitate per un valore del rapporto (b/ΦB) ≥ 0,6.

Inoltre, dal confronto delle caratteristiche 6, 8 e 9 si vede che, quando il diametro ΦB del tubo di uscita 44 è costante, minore è il diametro ΦA del tubo di scarico 42, minore è l'influenza di una variazione del valore del rapporto (b/ΦB), e maggiore è il diametro ΦA, maggiore è questa influenza.

Inoltre, dal confronto delle caratteristiche 7, 9 e 10, si vede che, quando il diametro ΦA del tubo di scarico 42 è costante, allora, quando il diametro ΦB del tubo di uscita 44 si riduce, si verifica una variazione ondulatoria per un valore del rapporto (b/ΦB) = 0,6 o più, e la stabilità è deteriorata.

Anche in questo caso, per quanto riguarda la caratteristica di smorzamento acustico, minore è il valore del rapporto (b/ΦB), più l'effetto di smorzamento acustico è pronunciato. Ciò è ovvio senza necessità di calcoli. Così, i risultati dei calcoli precedenti indicano che, anche se il valore del rapporto (b/ΦB) è fissato ancora minore del valore tradizionale del rapporto basato sull'esperienza (b/ΦB) pari ad 1,2, è possibile ottenere un effetto di smorzamento acustico soddisfacente, una compattezza,

MAGGIBACCI & PERANI S.p.A.

ed una ulteriore ottimizzazione evitando il deterioramento della caratteristica relativa alla potenza sviluppata.

Dai calcoli e dagli studi precedenti si vede che un valore ottimale del rapporto tra la distanza, b, dall'estremità di ingresso di gas, q, alla parete di partizione 48 ed il diametro ΦB del tubo di uscita 44 può essere ottenuto dalla seguente espressione (4):

$$(b/\Phi B) = 0,6 \qquad \ldots (4)$$

Quando il silenziatore deve essere realizzato in modo meno costoso prendendo in considerazione un errore di produzione in serie, un valore adatto può essere determinato entro il campo definito dalla seguente espressione (5):

$$0,4 \leq (b/\Phi B) \leq 1,2 \qquad \ldots (5)$$

Quando il silenziatore deve essere fabbricato in un procedimento avente una precisione relativamente elevata e con un piccolo errore di produzione in serie e quando l'effetto di smorzamento acustico deve essere migliorato senza modificare le dimensioni esterne del silenziatore o quando le dimensioni del silenziatore devono essere ulteriormente ridotte, il silenziatore può essere progettato nel campo definito dalla seguente espressione:

IACOBACCI & PERANI S.p.A.

$$0,4 \leq (b/\Phi B) \leq 0,8 \quad \ldots (6)$$

Quando il silenziatore 32 è realizzato secondo le condizioni $\Phi A \neq \Phi B$ e $a \neq b$ basate sulle espressioni precedenti (4) ed (1), il silenziatore può essere progettato in modo da soddisfare la seguente espressione (7):

$$0,4 \leq (b/\Phi B) \leq (a/\Phi A) \leq 1,2 \quad \ldots (7)$$

con la condizione $0,6 \leq (a/\Phi A)$.

Simulazione 3: Caratteristica di attraversamento del gas di scarico relativa al tubo di uscita 44B avente una forma scampanata (vedere figura 4)

Con riferimento ai risultati dei calcoli ottenuti nelle simulazioni precedenti 1 e 2, la Richiedente in questo caso ha considerato che si verifica un fenomeno ondulatorio in una regione stabile della caratteristica quando il diametro ΦB del tubo di uscita 44 è modificato, ed ha sospettato che ciò possa essere dovuto al fatto che il flusso del gas non è aspirato in modo regolare all'estremità di ingresso di gas, q, del tubo di uscita 44. Il flusso di gas può essere reso regolare realizzando l'estremità di ingresso di gas, q, del tubo di uscita 44 in una forma scampanata. L'adozione di una forma scampanata produce un aumento del diametro di apertura

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

dell'estremità di ingresso di gas, q, e perciò l'area di una superficie cilindrica immaginaria definita dal diametro del tubo ΦB e dalla parete di partizione 48 diventa maggiore, per cui si presume che la caratteristica di attraversamento del gas di scarico migliori mentre la distanza, b, rimane la stessa.

La figura 4 rappresenta un diagramma schematico di un silenziatore 32B avente un tubo di uscita 44B che è stato ottenuto aggiungendo una forma scampanata 56 di raggio r2 all'estremità di ingresso di gas, q, del tubo di uscita 44 precedentemente descritto.

E' stata calcolata una caratteristica di attraversamento del gas di scarico (caratteristica di aspirazione) utilizzando un valore del rapporto (b/ΦB) come variabile nella condizione in cui il diametro ΦA del tubo di scarico 44 ed il diametro ΦB del tubo di uscita 44B sono uguali l'uno all'altro (ΦA = ΦB) e la distanza, b, dall'estremità di ingresso di gas (estremità di ingresso scampanata), q, del tubo di uscita 44B è resa variabile.

Sono stati calcolati due valori per il caso in cui il raggio r2 della forma scampanata 56 era fissato a circa un quarto del diametro ΦB del tubo di uscita 44B e per il caso in cui il raggio r2 era

fissato a circa metà del diametro ΦB.

La figura 5 mostra i risultati dei calcoli eseguiti con riferimento alla relazione tra il rapporto tra la distanza, b, dall'estremità di ingresso di gas, q, alla parete di partizione 48 ed il diametro ΦB del tubo di uscita 44B avente la forma scampanata, ossia (b/ΦB), ed una caratteristica di attraversamento del gas di scarico 54. I valori della caratteristica di attraversamento del gas di scarico (caratteristiche 11 e 12 che sono cerchiate) sono stati ottenuti rendendo adimensionale la portata di gas. Le combinazioni del diametro ΦA del tubo di scarico 42, del diametro ΦB del tubo di uscita 44B e del raggio r2 della forma scampanata 56, che sono tabulate nella figura 5, sono le seguenti. Caratteristica 11: ΦA = ΦB = 26,2, r2 = 12 mm; caratteristica 12: ΦA = ΦB = 26,2, r2 = 6.

Come risulta evidente dalle caratteristiche 11 e 12 riportate nella figura 5, paragonate con le caratteristiche riportate nella figura 3, non soltanto tutti i fenomeni ondulatori osservati nelle caratteristiche sono stati eliminati, ma si è anche verificato che non compare un deterioramento della caratteristica fino vicino al valore di 0,25, che è un valore molto minore del valore tradizionale del rap-

porto basato sull'esperienza (b/ΦB) pari ad 1,2.

Si è anche verificato che un valore molto elevato del raggio r2 della forma scampanata 56 non è sempre opportuno, ma che un valore appropriato del raggio è pari a circa un quarto del diametro ΦB del tubo di uscita 44B {r2 ≅ ΦB x (1/4)}.

Dai calcoli e dagli studi precedenti si vede che un valore ottimale del rapporto tra la distanza, b, dall'estremità di ingresso di gas, q, alla parete di partizione 48 ed il diametro ΦB del tubo di uscita 44B avente una forma scampanata, è ottenuto dall'espressione seguente (8):

$$(b/\Phi B) = 0,25 \qquad \ldots (8)$$

Quando il silenziatore deve essere realizzato in modo meno costoso, prendendo in considerazione un errore di produzione in serie, il rapporto (b/ΦB) può essere fissato nel campo definito dalla seguente espressione (9):

$$0,25 \leq (b/\Phi B) \leq 1,2 \qquad \ldots (9)$$

Inoltre, quando il silenziatore può essere fabbricato in un procedimento avente una precisione relativamente elevata e con un piccolo errore di produzione in serie e quando l'effetto di smorzamento acustico deve essere migliorato senza modificare le sue dimensioni esterne o quando si deve ottenere una

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

ulteriore riduzione delle dimensioni del silenziatore, il silenziatore può essere progettato nel campo definito dalla seguente espressione (10):

$$0,25 \leq (b/\Phi B) \leq 0,8 \quad \ldots (9)$$

E' ovvio che la presente invenzione non è limitata alle forme di attuazione precedenti, ma può adottare diverse altre configurazioni purché non si allontanino dalla sostanza dell'invenzione.

Secondo la presente invenzione, come precedentemente descritto, è possibile migliorare la compattezza mantenendo le prestazioni (caratteristica di smorzamento acustico e caratteristica di potenza sviluppata dal motore) richieste per un silenziatore.

Come risultato, è possibile ottenere effetti conseguenti come l'aumento della libertà nella progettazione del veicolo e nel disegnale un veicolo provvisto di un silenziatore, come una motocicletta.

IACOBACCI & PERANI S.p.A.

RIVENDICAZIONI

1. Silenziatore per un motore a combustione interna, comprendente:

una camera di espansione cilindrica, generalmente cava, costituita da una parete circonferenziale e da pareti di partizione anteriore e posteriore disposte in posizioni anteriore e posteriore rispetto alla parete circonferenziale suddetta;

un tubo di scarico disposto attraverso la parete di partizione anteriore suddetta in modo da introdurre un gas nella camera di espansione suddetta; e

un tubo di uscita disposto attraverso la parete di partizione posteriore suddetta in modo da scaricare il gas dall'interno della camera di espansione suddetta;

in cui, quando il diametro interno del tubo di scarico suddetto è indicato con ΦA e la distanza da una estremità di uscita di gas del tubo di scarico suddetto ad una superficie interna della parete di partizione posteriore suddetta è indicata con a, il diametro interno ΦA e la distanza, a, soddisfano una relazione $0,6 \leq (a/\Phi A) < 1,2$.

2. Silenziatore per un motore a combustione interna, comprendente:

IACOBACCI & PERANI S.p.A.

una camera di espansione cilindrica, generalmente cava, costituita da una parete circonferenziale e da pareti di partizione anteriore e posteriore;

un tubo di scarico disposto attraverso la parete di partizione anteriore suddetta in modo da introdurre un gas nella camera di espansione suddetta; e

un tubo di uscita disposto attraverso la parete di partizione posteriore suddetta in modo da scaricare il gas dall'interno della camera di espansione suddetta;

in cui, quando il diametro interno del tubo di uscita suddetto è indicato con ΦB e la distanza da una estremità di ingresso di gas del tubo di uscita suddetto ad una superficie interna della parete di partizione anteriore suddetta è indicata con b, il diametro interno ΦB e la distanza, b, soddisfano la relazione $0,25 \leq (b/\Phi B) < 1,2$.

3. Silenziatore per un motore a combustione interna secondo la rivendicazione 2, in cui l'estremità di ingresso di gas suddetta del tubo di uscita suddetto ha una forma scampanata.

4. Silenziatore per un motore a combustione interna secondo la rivendicazione 2, in cui il diametro interno suddetto ΦB e la distanza suddetta, b, sod-

MODIANO & PERANI S.p.A.

disfano la relazione $0,4 \leq (b/\Phi B) < 1,2$.

5. Silenziatore per un motore a combustione interna secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 4, in cui, quando il diametro interno del tubo di scarico suddetto è indicato con ΦA, la distanza da una estremità di uscita di gas del tubo di scarico suddetto ad una superficie interna della parete di partizione posteriore suddetta è indicata con a, il diametro interno del tubo di uscita suddetto è indicato con ΦB, e la distanza da una estremità di ingresso di gas del tubo di uscita suddetto ad una superficie interna della parete di partizione anteriore suddetta è indicata con b, il diametro interno ΦB e la distanza, b, soddisfano la relazione seguente rispetto al diametro interno ΦA, ed alla distanza, a: $(b/\Phi B) \leq (a/\Phi A)$.

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

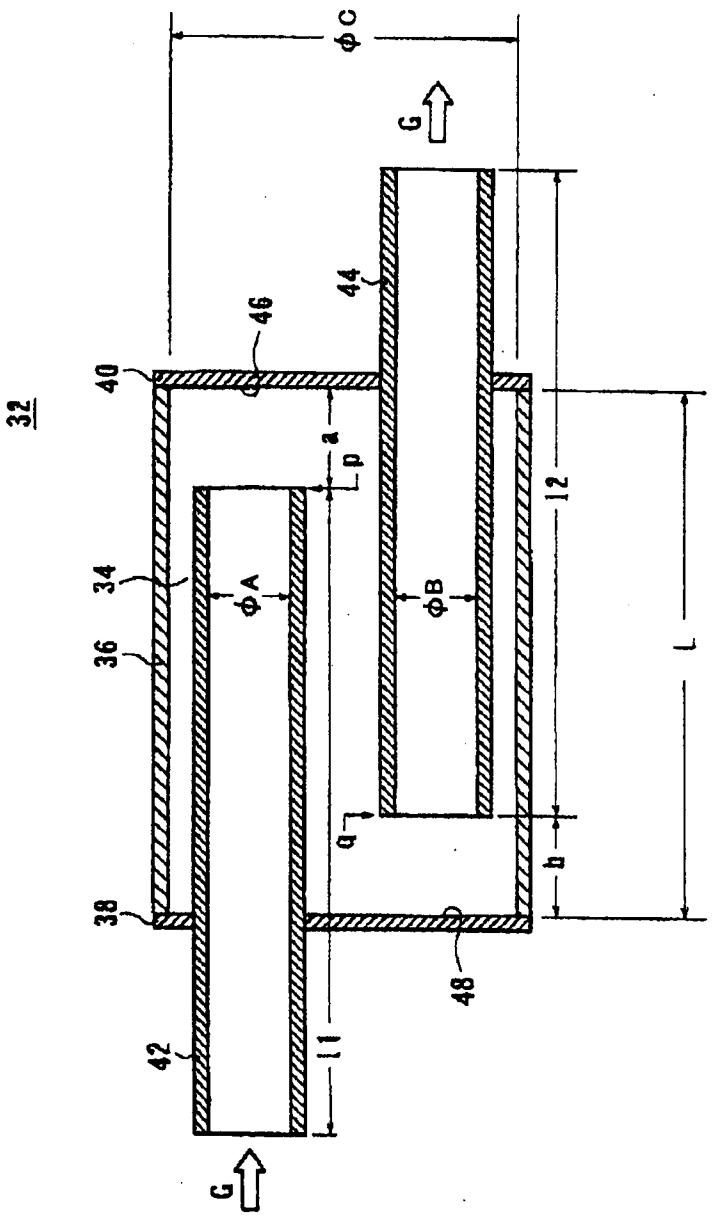


PER PROCURA

Ing. Paolo CIAM

TO [illegible]

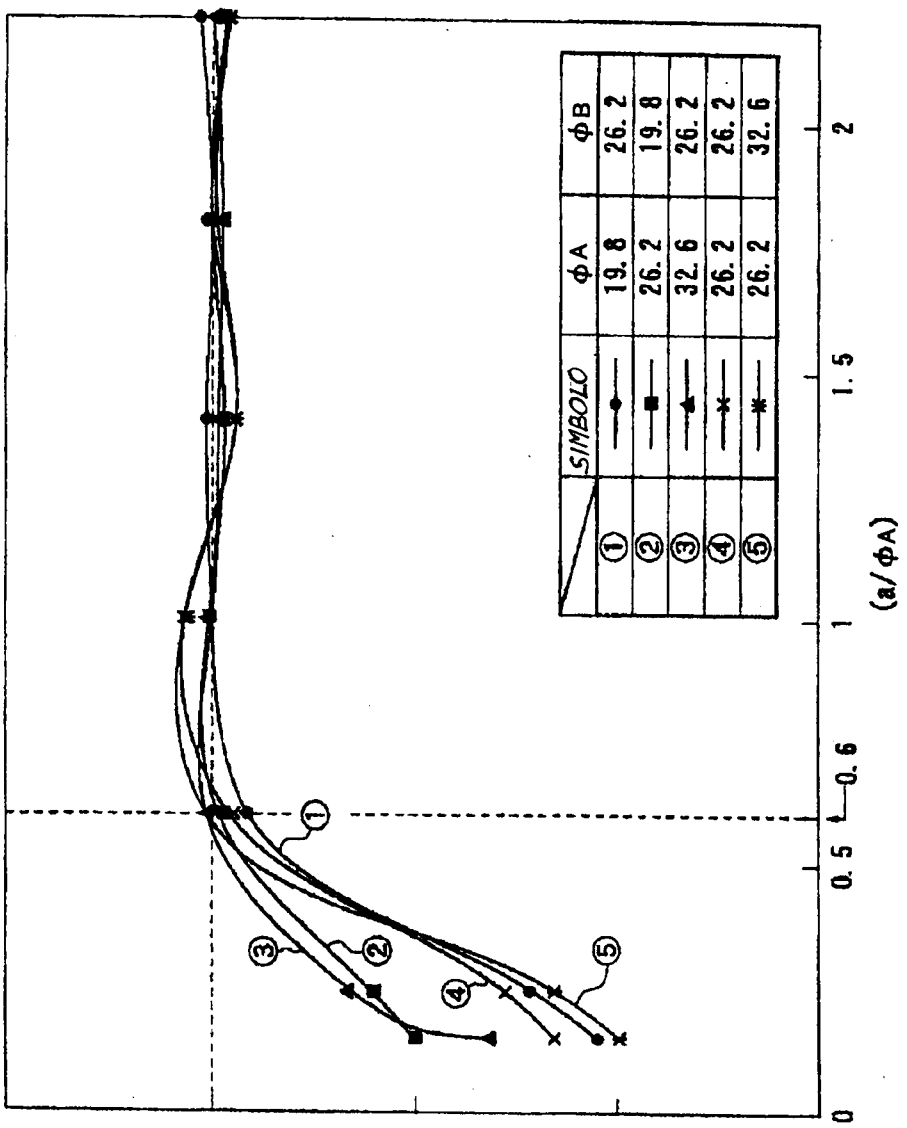
FIG. 1



Per procura di : HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA

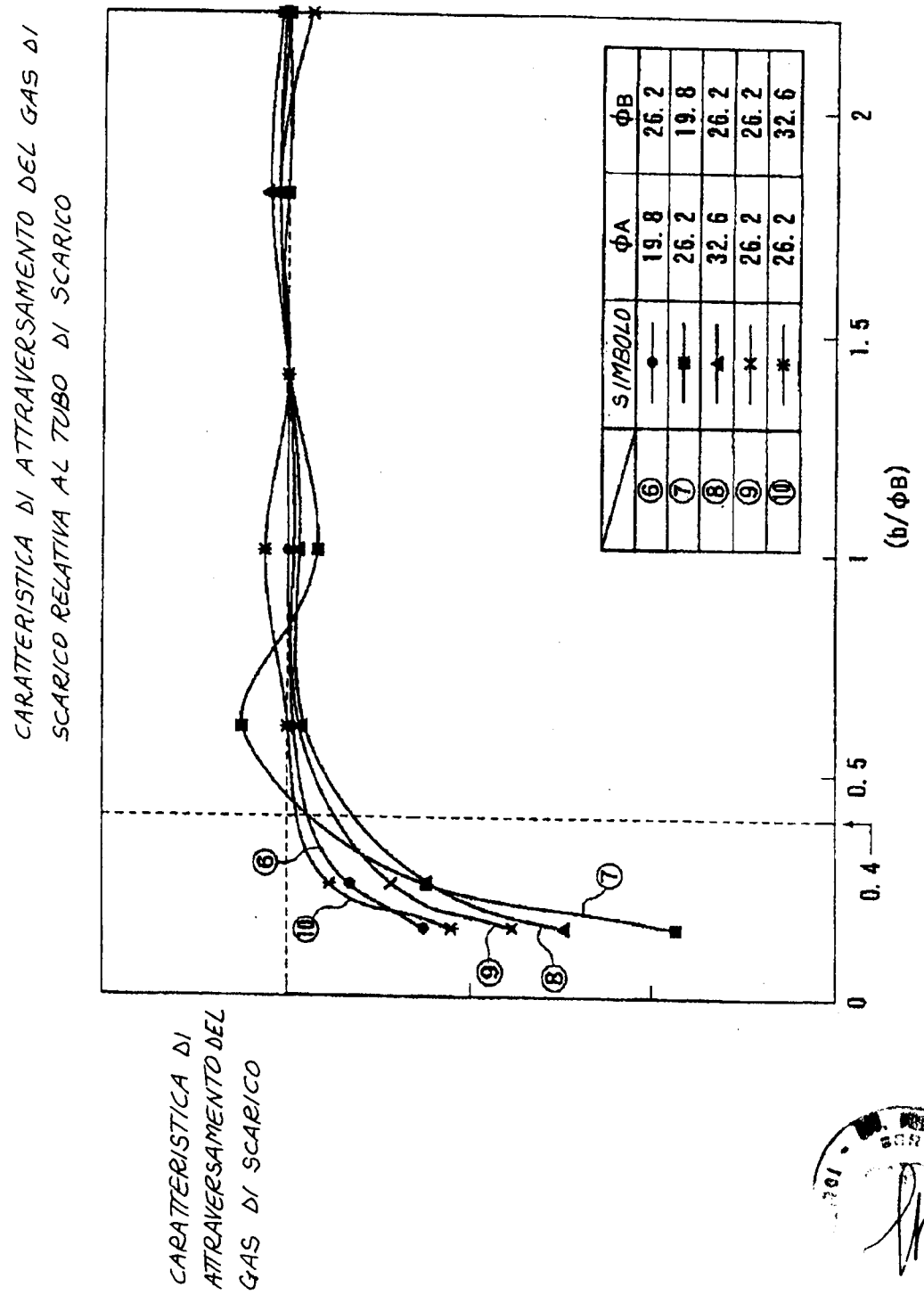
Ing. [illegible]
N. Iscriz. Albo 365
per proprio per gli altri

FIG. 2



Per procura di : HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA

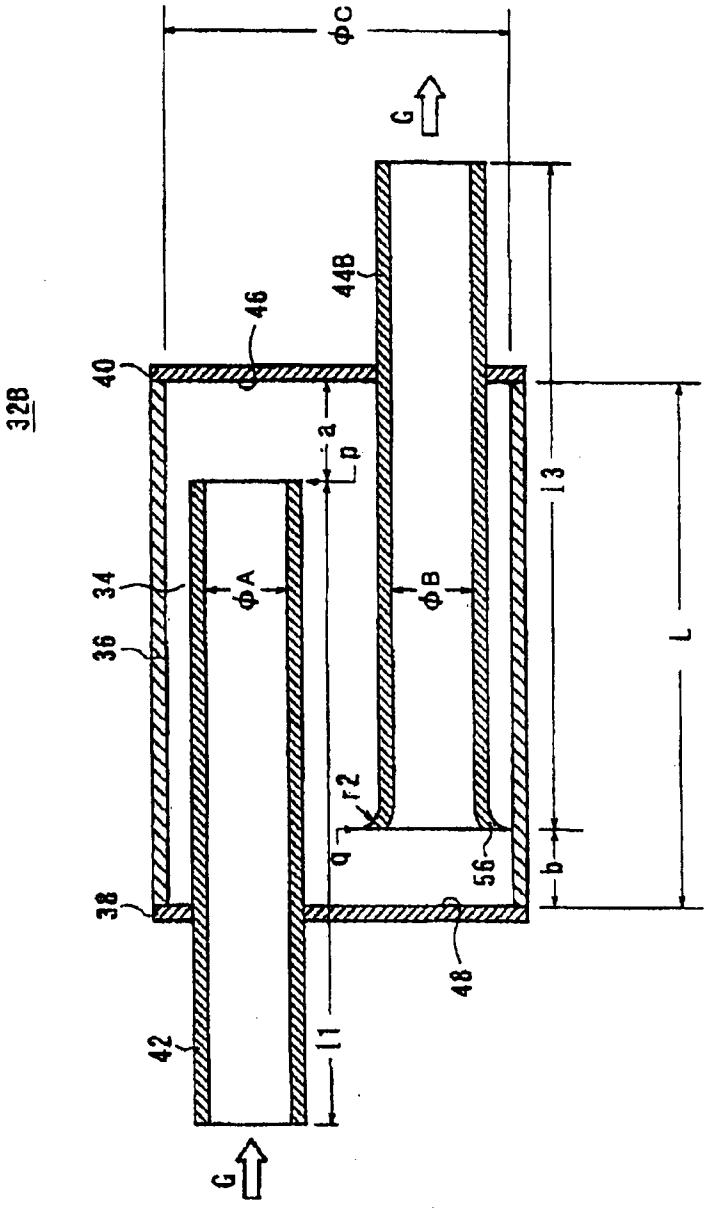
FIG. 3



Per procura di : HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA

TO A 000122

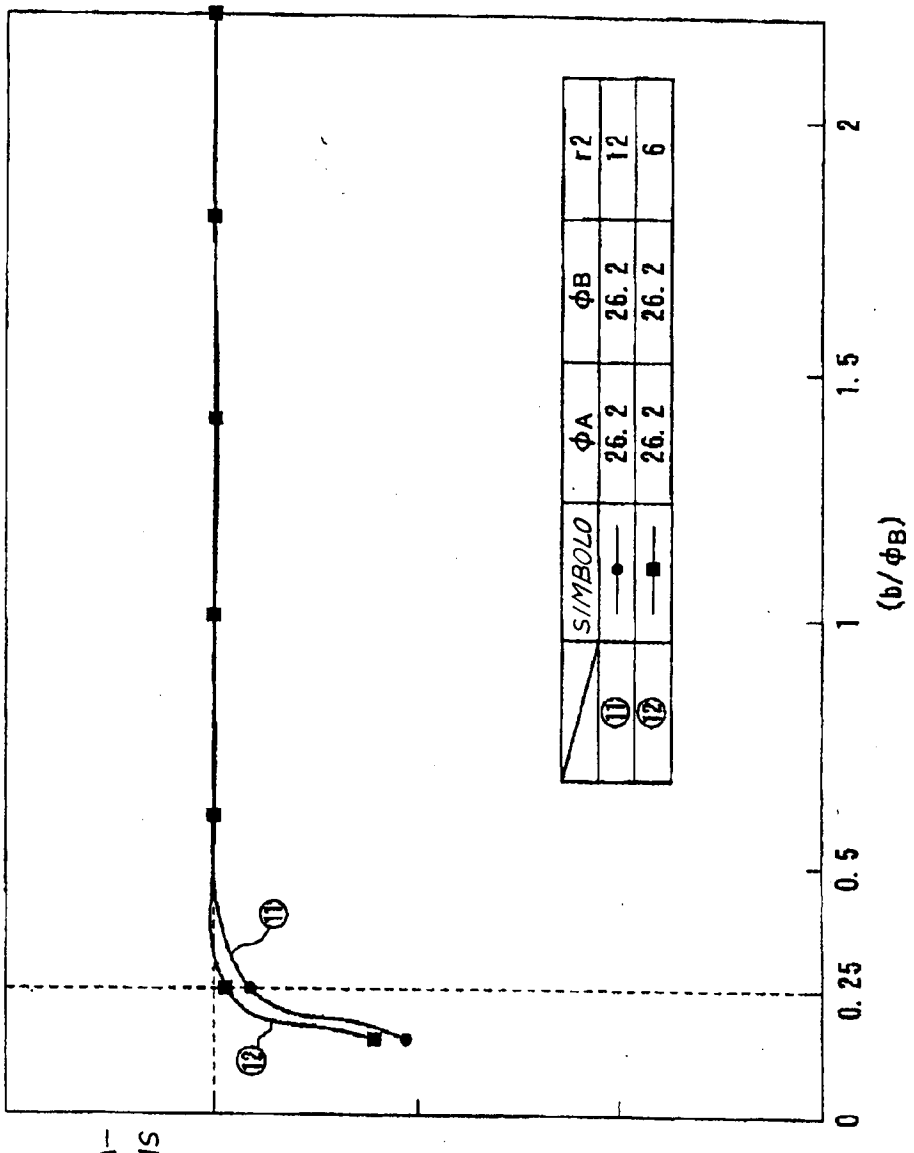
FIG. 4



Per procura di : HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA

FIG. 5

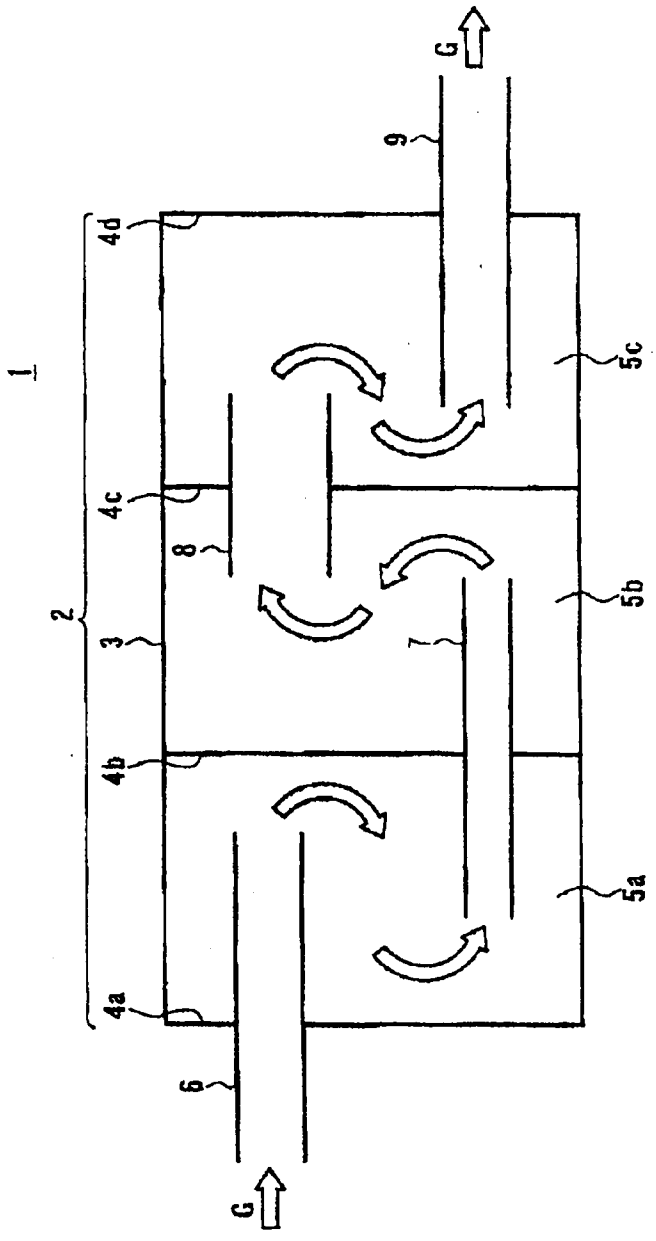
CARATTERISTICA DI ATTRAVERSAMENTO DEL GAS DI SCARICO RELATIVA AL TUBO DI USCITA AVENTE UNA FORMA SCANALATA



Per procura di : HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA

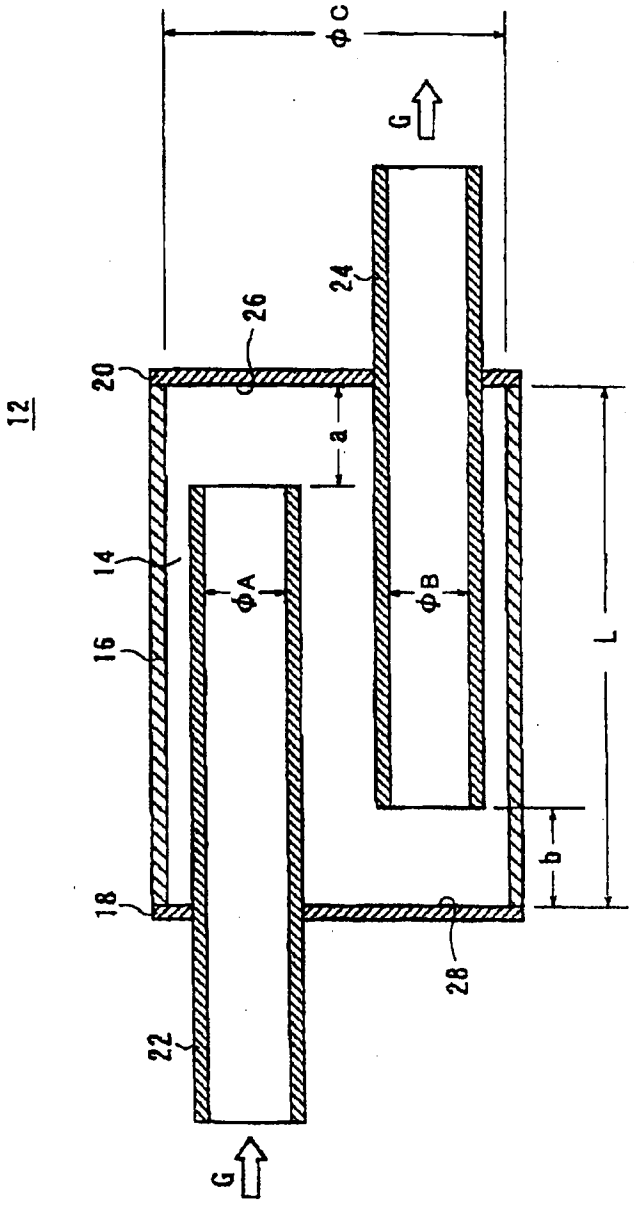
TO [illegible] 22

FIG. 6



Per procura di : HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA

FIG. 7



Per procura di : HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA