



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

DOMANDA NUMERO	102006901426893
Data Deposito	27/06/2006
Data Pubblicazione	27/12/2007

Titolo

FILM AGRICOLO AD ELEVATE CARATTERISTICHE OTTICHE ED EFFETTO TERMICO CONSEGUITI MEDIANTE L'UTILIZZO DI NANOCOMPOSITI
--

AGRIPLAST S.r.l. - VITTORIA (Ragusa)

TITOLO

FILM AGRICOLO AD ELEVATE CARATTERISTICHE

OTTICHE ED EFFETTO TERMICO CONSEGUITI

5 **MEDIANTE L'UTILIZZO DI NANOCOMPOSITI**

DESCRIZIONE

CAMPO DELL'INVENZIONE

Questa invenzione riguarda un film ad uno o più strati, monostrato o multistrato, monoestruso o coestruso, da utilizzare come film di copertura
10 per serre o come film per pacciamatura e solarizzazione, e che sia caratterizzato da caratteristiche ottiche e meccaniche conseguite mediante l'utilizzo in mescola di nanocompositi, in uno o più strati.

STATO DELLA TECNICA

Cenni sui film di copertura

15 Le tradizionali coperture per serre, sia quelle a semiarco che a tettoia, possono essere suddivise in rigide o flessibili. Le prime sono costituite da vetro, poliestere rinforzato con fibre di vetro, PVC rigido corrugato, Polimetilmetacrilato o policarbonato e sono utilizzate con spessori di vari millimetri. Le seconde sono costituite da PVC plastificato, copolimero EVA
20 (etilene vinile acetato), PE bassa densità e PE lineare, Etilene-tetra-fluoro etilene Poliueratano, Polipropilene e loro *Blend*, e sono usate con spessori dell'ordine di decimi di millimetro.

In ogni caso le caratteristiche che tali prodotti devono avere sono:

- Resistenza meccanica, inclusa la resistenza agli stress derivanti da
25 agenti atmosferici e avverse condizioni metereologiche, in modo da

proteggere adeguatamente il raccolto sottostante;

- Trasmissione luminosa della radiazione solare in particola modo delle radiazioni P.A.R. (Photosyntetic Active Radiations);
- Effetto serra, capacità di trasmettere o filtrare bande di radiazioni nel
5 campo dell'infrarosso (7,000~13,000 nm)
- Lunga durata, particolarmente nei confronti delle radiazioni che alterano la struttura molecolare del film.

I film flessibili sono più economici delle lastre rigide, richiedono anche strutture di sostegno meno impegnative e sono più semplici da applicare.

- 10 La scelta del materiale di copertura è quindi molto importante poiché si devono legare diverse necessità che talvolta possono essere in contrasto. Per esempio la resistenza meccanica aumenta accrescendo lo spessore ma ciò diminuisce la trasmissione luminosa.

Cenni sui film per pacciamatura e solarizzazione

- 15 La pacciamatura è un sistema di controllo delle temperatura e dell'umidità del terreno ottenuto per copertura dello stesso terreno con film plastici.

Il microclima così ottenuto permette una più rapida e sana crescita delle piantine.

- 20 Per ottenere questi scopi occorrerebbe che il film fosse trasparente alle lunghezze d'onda corte, ovvero permeabile agli ultravioletti, e riflettente per le lunghezze d'onda lunghe, ovvero impermeabile alle radiazione provenienti dal terreno. Viene così aumentata la temperatura del terreno e, soprattutto, ridotta l'escursione termica fra giorno e notte.

- 25 La solarizzazione è un particolare tipo di pacciamatura che ha lo scopo precipuo di aumentare la temperatura nei primi strati del terreno per

eliminare agenti patogeni del terreno. Viene effettuata con film trasparenti ed ha una durata sufficientemente lunga, oltre un mese.

Anche e soprattutto in questo caso è necessario un film sia permeabile ai raggi solari e sia impermeabile alle radiazioni che il terreno emette durante la notte.

Valgono quindi le stesse considerazioni prima fatte per i film per copertura di serre.

Questa tipologia di film è tanto più efficace quanto più elevate sono le caratteristiche ottiche di trasmittanza luminosa totale e di luce diretta.

Cenni illustrativi sui nanocompositi

I nanocompositi sono sistemi polimerici in cui in una matrice vengono disperse particelle inorganiche di dimensioni nanometriche.

Le cariche di partenza, in genere silicati, sono particelle di dimensioni di decine o centinaia di micron le quali, durante la lavorazione, possono essere sfaldate lungo piani paralleli dando luogo a particelle di dimensioni nanometriche.

Per rendere possibile la dispersione delle particelle, in genere di silicati, in una matrice polimerica alifatica si è cercato di favorire le interazioni tra le due fasi, organica ed inorganica, sostituendo alcuni cationi metallici presenti nella struttura del silicato, ovvero negli interstrati, con altri ioni legati a gruppi alifatici. Ciò viene normalmente definito come silicati chimicamente modificati.

Tale sostituzione comporta un duplice effetto:

- da un lato rende la fase inorganica più compatibile con quella organica, per la presenza al suo interno di gruppi organici;

- dall'altro lato, e cosa ancora più importante, contribuisce a distanziare gli strati paralleli del silicato favorendo la successiva introduzione delle catene polimeriche negli interstrati.

Questi silicati a strati modificati vengono comunemente detti argille organiche o *organoclay*.

La tecnica più utilizzata per effettuare la dispersione dell'argilla organica nella matrice polimerica è l'intercalazione del fuso.

Al fine di ottenere un incremento di prestazioni i materiali polimerici vengono comunemente additivati con diversi composti, sia d'origine naturale sia d'origine sintetica.

La fase inorganica aggiunta al polimero è detta "carica". In questi materiali, di tipo convenzionale, vi è una separazione netta a livello macroscopico tra fase organica e fase inorganica, senza che vi siano significative interazioni tra loro. Per mezzo di un trattamento superficiale del materiale inorganico si può giungere al massimo ad una dispersione a livello microscopico.

I nanocompositi sono caratterizzati da una dispersione delle fasi ultrafine, tipicamente dell'ordine di pochi nanometri. In virtù di questa dispersione, i nanocompositi possiedono proprietà non conseguibili mediante l'utilizzo di composti convenzionali.

I polimeri sono caricati con particelle per migliorarne la rigidità e la tenacità, l'impermeabilità ai gas, la resistenza al fuoco o semplicemente per ridurre i costi.

I nanocompositi sono suddivisibili in tre tipi di seconda che una, o due, o tre delle dimensioni delle particelle disperse siano dell'ordine del nanometro.

Quando le tre dimensioni sono dell'ordine del nanometro si parla di nanoparticelle isodimensionali, come nanoparticelle sferiche di silice.

Quando due dimensioni sono in scala nanometrica e la terza è più grande, e ne consegue quindi una struttura elongata, parliamo di nanotubi o *whiskers*.

5 Il terzo tipo di nanocompositi è caratterizzato da solo una dimensione dell'ordine dei nanometri ; in questo caso il rinforzo è presente nella forma di lamine con spessore di pochi nanometri e lunghezza che può variare da centinaia a migliaia di nanometri.

10 Passando da particelle isodimensionali a particelle bidimensionali si massimizzano le interazioni tra matrice e nanofillers, che sono alla base delle proprietà dei nanocompositi.

Struttura dei silicati lamellari

15 I silicati lamellari usati solitamente nei nanocompositi appartengono alla famiglia strutturale dei fillosilicati. I silicati lamellari più comunemente in uso sono montmarillonite, hectorite e saponite.

In funzione della natura dei componenti usati e del metodo di preparazione possono essere ottenuti tre tipi di compositi, con una crescente interazione rinforzo-matrice. Quando un polimero non viene intercalato tra le lamine di silicati si ottiene un composito a fasi separate, le cui proprietà non vengono
20 quindi significativamente alterate per via della coesistenza di due fasi.

Quando le lamelle del silicato sono uniformemente disperse in una matrice polimerica continua si ottiene una struttura esfoliata.

Proprio il grado di dispersione ed omogeneizzazione, insieme alla percentuale in mescola di nanocompositi, è il parametro fondamentale che
25 influenza significativamente il miglioramento delle caratteristiche voluto.

Il film per uso agricolo oggetto del presente trovato comprende, almeno in uno degli strati che lo compongono, cariche o additivi a base di nanocompositi.

SCOPI DEL TROVATO

5 Uno degli scopi del film del presente trovato è avere una trasmittanza luminosa totale quantomeno uguale o superiore in base al contenuto percentuale di nanocompositi in *blend* rispetto allo stesso film che non contenga nanocompositi.

10 Un'altro degli scopi del film del presente trovato è avere una notevole riduzione della torbidità (*haze*) che, per i film classificati come “chiaro termico” dalla normativa di riferimento EN13206, è uno dei requisiti fondamentali e deve essere minore del 25% o minore del 35% a seconda degli spessori.

15 Un altro scopo del film del presente trovato è che, a fronte di una trasmittanza totale inalterata o superiore rispetto ad un film standard, la frazione di luce diretta sia notevolmente superiore.

Un ulteriore scopo del film del presente trovato è avere caratteristiche meccaniche incrementate ed in particolare l'aumento del modulo di elasticità.

20 Un ulteriore altro scopo del film del presente trovato è avere un miglioramento delle caratteristiche di resistenza alla lacerazione.

Un altro ulteriore scopo del film oggetto del presente trovato è avere u effetto serra o effetto IR specifico elevato.

25

DESCRIZIONE DEL TROVATO

Forma oggetto del presente brevetto un nuovo film per uso agricolo comprendente uno o più polimeri, omogenei od eterogenei, aventi strutture molecolari affini o non affini dal punto di vista reologico, ed avente

5 nanocompositi in uno o più strati, in concentrazione variabile nella miscela di polimeri.

I polimeri utilizzati in ciascuno strato possono avere temperature di fusione diverse, ma la differenza deve preferibilmente essere tra 5 e 50°K, meglio

10 ancora tra 10 e 40°K.

I polimeri che costituiscono lo strato o gli strati del film possono essere omogenei od eterogenei e possono avere strutture polimeriche affini o non affini dal punto di vista molecolare, nonché concentrazioni variabili dall'1 al

15 100%.

Alcuni polimeri utilizzabili nella formulazione degli strati possono ad esempio essere:

- LDPE e PA
- EVA e PA
- LLDPE e PA
- 20 - PP e PA
- PU e PA
- PVC e PA
- EMA ed EBA.

e tutte le relative combinazioni possibili dei suddetti polimeri.

25 Le mescole di polimeri o il polimero utilizzato per ogni strato potranno

contenere i diversi additivi normalmente utilizzati nei film agricoli quali scivolanti, antistatici, *anti-drip*, stabilizzanti UV, cariche minerali, collanti per strati adiacenti, nucleanti, reticolanti, microsfere cave e non cave di vetro, di silice, di zeolite, ceramiche o di altri materiali.

5 Sono prevedibili modifiche ed aggiunte per produrre il film oggetto del presente trovato, ma esse rimangono sempre nel campo e nello scopo dell'invenzione.

Ciascuno strato del film può essere ottenuto da impianti in mono o coestrusione, in bolla o a testa piana, senza particolari modifiche, attrezzati
10 ad operare con un'adeguata flessibilità durante le condizioni di processo, velocità di rotazione della vite o delle viti e profili delle temperature, in modo da essere confacenti alla caratteristica della formula dei polimeri scelti.

Nel dettaglio, disperdendo su base LDPE i nanocompositi si consegue
15 elevata trasmittanza totale ma HAZE poco alterata.

Disperdendo i nanocompositi su base EVA si conseguono sinergicamente trasmittanza elevata ed HAZE bassa.

I risultati ottenuti con questi nanocompositi conseguono un aumento della rigidità e della resistenza all'impatto, una riduzione della permeabilità ai gas
20 ed una lavorabilità praticamente invariata rispetto al materiale di partenza.

L'adesione fra le due fasi, organica ed inorganica, permette di adoperare utilmente il copolimero EVA.

Una delle più significative differenze tra l'utilizzo delle cariche tradizionali e i nanocompositi è costituita dalla capacità di dispersione di questi nella
25 matrice polimerica.

A seconda della matrice in cui siano contenuti i nanocompositi, ad esempio consideriamo EVA o LLDPE, la rigidità del film può essere alterata. In particolare l'effetto più significativo è costituito dall'aumento del modulo di elasticità o modulo di Young, indicativo delle caratteristiche di rigidità del materiale. Con l'aumento del modulo di Young si ottengono proprietà elevate con materiali con densità più basse e miglioramento della lavorabilità dovuto all'aumentata viscosità del polimero.

5

L'utilizzo di nanocompositi permette di avere un effetto IR specifico elevato e crescente con l'aumentare del contenuto percentuale di nanocompositi in *blend*.

10

L'effetto IR, comunemente definito come effetto serra, viene espresso in % ed è rappresentato graficamente dalla assorbanza spettrale del film nella banda compresa tra 770 e 1430 cm^{-1} nell'infrarosso. Questa serie di lunghezze d'onda corrisponde al campo di massima emissione d'energia irradiata dalla superficie terrestre.

15

La normativa di riferimento EN13206 per i film di copertura ad uso agricolo chiaro termico e diffusivo termico, prescrive un effetto serra variabile in base allo spessore dello stesso film, compreso tra un valore minimo in un *range* tra $> 55\%$ e $> 75\%$ a seconda dello spessore del film in oggetto

20

L'utilizzo di nanocompositi consente una migliore stabilità termica rispetto ad analogo film convenzionale che non contenga nanocompositi. Questo è una grande vantaggio nel campo dei film agricoli in cui viene fatto largo uso di stabilizzanti, la cui percentuale può essere ridotta nel caso di uso di nanocompositi per via dell'effetto sinergico che ne origina sulla stabilizzazione termica. Questa proprietà è dovuta ad una diminuita velocità

25

di rilascio del calore conseguente all'uso di nanocompositi.

5 Un altro grande vantaggio del nuovo film è di ottenere un film flessibile dove sia possibile conseguire caratteristiche di effetto termico molto elevate senza alterare in alcun modo la trasmittanza totale del film. Il miglioramento delle proprietà ottiche è dovuto al fatto che la lunghezza d'onda della luce è maggiore dello spessore delle lamine e il film risulta trasparente.

Il nuovo film per uso agricolo presenta notevoli vantaggi.

10 Il nuovo film è utilizzabile sia come film da copertura, secondo la normativa di riferimento EN 13206, sia come film da pacciamatura, secondo la normativa di riferimento EN 13655.

Il nuovo film presenta, contemporaneamente in un solo prodotto:

- una elevatissima trasmittanza totale;
- una torbidità (*haze*) molto bassa;
- un elevato e maggiore modulo di elasticità;
- 15 - una maggiore resistenza alla lacerazione;
- un effetto IR, o effetto serra, elevato;
- una migliore stabilità termica.

L'attuale stato dell'arte non presenta prodotti con corrispondenti caratteristiche contemporanee in un solo prodotto.

20 Inoltre nei film di copertura cosiddetti diffusivi termici, sfruttando l'incremento di effetto serra e il mantenimento di una trasmittanza totale elevata, i nanocompositi compensano la riduzione della stessa dovuta alla presenza degli agenti che aumentano la luce diffusa a discapito comunque della totale. Potrebbe sembrare un controsenso utilizzare in contemporanea
25 cariche che aumentano la luce diffusa e nanocompositi che la riducono, ma

così non è in quanto, a scopo esemplificativo un film coestruso realizzato disperdendo negli strati dell'EVA le cariche minerali, e negli strati della bassa i nanocompositi, sarebbe caratterizzato da elevata luce diffusa e da trasmittanza totale comunque elevata.

5 Possono essere realizzati mediante uso di nanocompositi anche film per pacciamatura – solarizzazione trasparenti sfruttando l'elevata totale e diretta, o anche film da pacciamatura colorati sui quali le meccaniche possono essere alterate a piacimento a seconda della matrice polimerica usata.

10 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

Il nuovo film di cui al presente trovato viene prodotto da apposito impianto produttivo preferenziale in grado di produrre il film dell'invenzione, visibile nelle figure 1 e 2. L'impianto che produce un film secondo il trovato sopra esposto è preferibilmente costituito da un apparecchio di estrusione
15 convenzionale.

Il sistema di dosaggio dei vari componenti da miscelare può essere del tipo gravimetrico oppure volumetrico, adatto comunque a dosare quanto necessario, nelle proporzioni richieste per le singole miscele nelle singole
viti, indi anche relativamente ad additivi e master coloranti.

20 I granuli dei polimeri base, e dei *compounds* che costituiscono gli additivi, possono essere soggetti a parziali premiscelature in una tramoggia adatta ad alimentare la sezione di alimentazione dell'estrusore.

Qualora il processo produttivo preveda la coestrusione, l'alimentazione di granuli e *compounds* sarà proporzionale per ogni linea.

25 Utilizzando varie tipologie di polimero in monoestrusione, la temperatura di

estrusione deve essere vicina a quella del punto di fusione del polimero a più basso punto di fusione.

La temperatura viene gradualmente variata mediante controlli automatizzati, settore per settore, tramite sensori di termocoppie collegati a regolatori termici tramite un'unità di controllo, per esempio di tipo PLC, e rispettivamente con resistori elettrici che riscaldano i diversi settori dell'estrusore.

Opportune ventole centrifughe sono adeguatamente disposte per raffreddare l'estrusore.

La scelta della temperatura di ogni settore dell'estrusore è definita secondo il rapporto di attrito che viene generato tra il cilindro e la vite interna e le curve reologiche dei polimeri usati.

In questo modo il materiale polimerico fuso raggiunge la corretta fluidità e può passare attraverso la testa dell'estrusore e uscirne a forma di tubolare.

Il diametro e lo spessore di detto tubolare sono regolati mediante iniezione di aria all'interno del tubo e dalla velocità dell'estrusione.

Il tubolare viene raffreddato alla base da aria di tangente e procede attraverso la torre di raffreddamento, e proseguendo raggiunge i rulli di traino posti nella cima dell'impianto che completano lo schiacciamento del tubolare che viene rimandato verso il basso verso l'avvolgitore.

L'accoppiamento tra strati nel caso in cui film venga realizzato in coestrusione può essere agevolato dall'utilizzo di noti adesivanti che favoriscono l'adesione tra i vari strati del film.

Queste sono le modalità schematiche sufficienti alla persona esperta per realizzare il trovato, di conseguenza, in concreta applicazione potranno

esservi delle varianti senza pregiudizio alla sostanza del concetto innovativo.

Pertanto con riferimento alla descrizione che precede e alla tavola acclusa si esprimono le seguenti rivendicazioni.

RIVENDICAZIONI

1. Film ad uso agricolo, comprendente uno o più polimeri omogenei e/o eterogenei aventi diverse strutture molecolari che non siano reattive tra loro dal punto di vista molecolare, ma che possono essere legati per effetto delle loro caratteristiche reologiche, **caratterizzato dal fatto** di comprendere nanocompositi.
2. Film di copertura, come da rivendicazione 1, **caratterizzato dal fatto** di essere pluristrato, e dove almeno uno di detti strati comprende nanocompositi.
3. Film di copertura, come da rivendicazione 1, **caratterizzato dal fatto** di contenere in mescola uno o più dei seguenti polimeri: LDPE, LLDPE, EVA, PA, PP, PU, PVC, EMA, EBA.
4. Film di copertura, monostrato o multistrato, come da una o più rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto** di essere realizzato in spessore variabile da 1 a 1000 μm per ogni strato.
5. Film, come da una o più rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto** di presentare una trasmittanza totale superiore ad analogo film che non contenga in *blend* nanocompositi.
6. Film di copertura, come da una o più rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto** di presentare migliori caratteristiche meccaniche, un maggiore modulo di Young o modulo di elasticità ed una migliore resistenza alla lacerazione.
7. Film di copertura, come da una o più rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto** di essere realizzato mediante monoestrusione o coestrusione, per estrusione in bolla o in testa piana.

8. Film di copertura, come da una o più rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto** di poter o meno contenere in almeno uno dei suoi strati scivolanti e/o antistatici e/o anti-drip e/o stabilizzanti UV e/o cariche minerali e/o collanti per strati adiacenti e/o nucleanti e/o reticolanti e/o
- 5 anidride maleica e/o nanocompositi e/o microsfere cave e non cave di vetro, di silice, di zeolite e/o ceramiche e/o di altri materiali.
9. Film di copertura, come da una o più rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto** di avere una migliore stabilità termica.

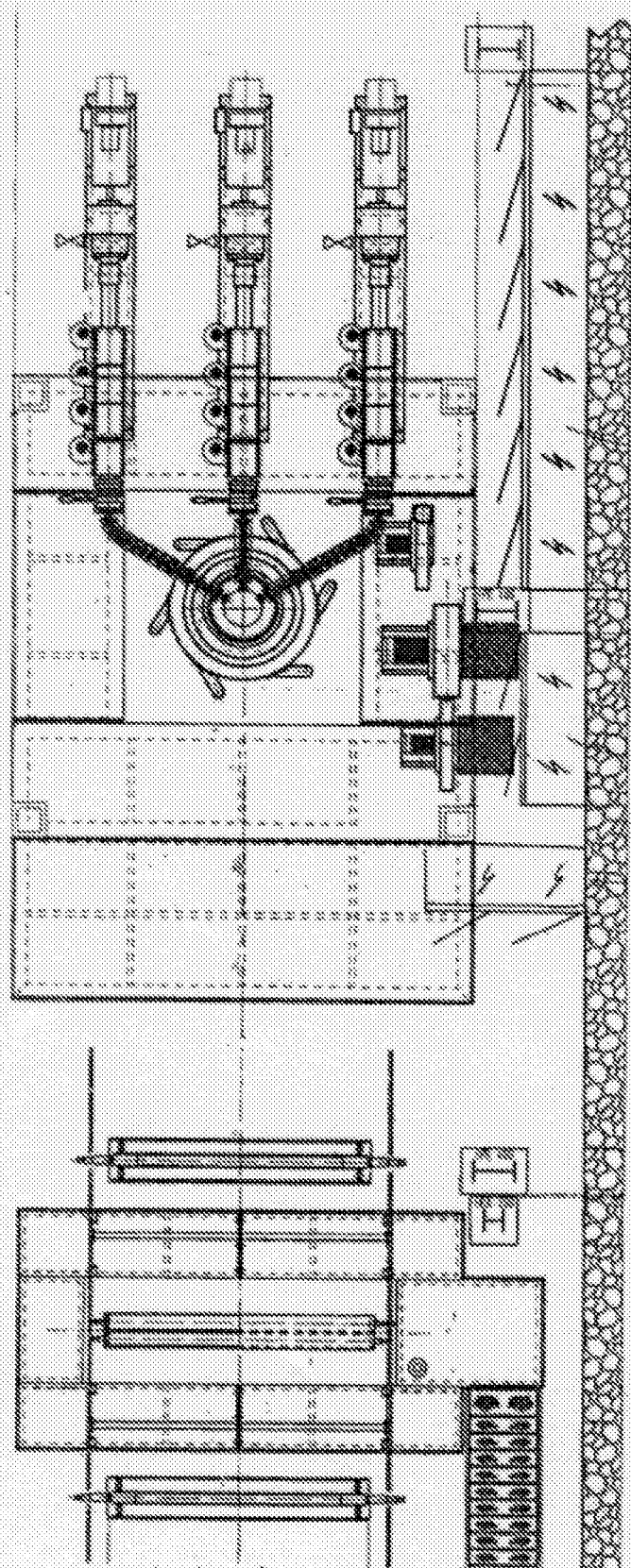


Fig. 1

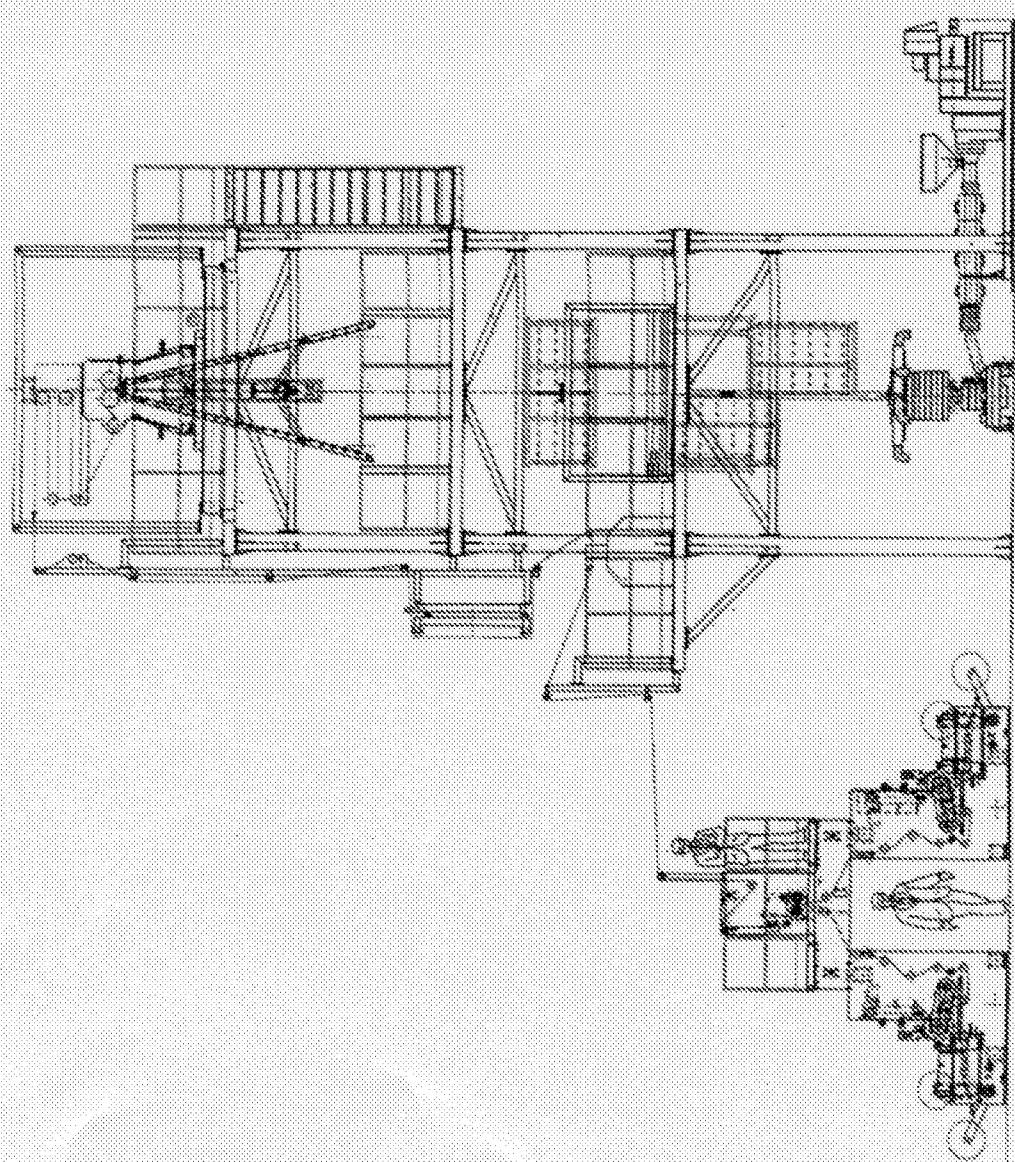


Fig. 2