

(19)



Octrooiencentrum
Nederland

(11) **2000615**(12) **C OCTROOI**²⁰(21) Aanvraag om octrooi: **2000615**(51) Int.Cl.: **B29C65/36** (2006.01) **H05B3/38** (2006.01)(22) Ingediend: **26.04.2007**(41) Ingeschreven:
28.10.2008 I.E. 2009/01(47) Dagtekening:
28.10.2008(45) Uitgegeven:
05.01.2009 I.E. 2009/01(73) Octrooihouder(s):
**Kok & Van Engelen Composite Structures
B.V. te Den Haag.**(72) Uitvinder(s):
**Martijn Jacques van Wijngaarden te
Lisserbroek.**(74) Gemachtigde:
**Ir. H.Th. van den Heuvel c.s. te 5200 BN
's-Hertogenbosch.**(54) **Werkwijze en inrichting voor het elektromagnetisch lassen van vormdelen.**

(57) De uitvinding betreft een werkwijze voor het elektromagnetisch lassen van vormdelen. In de werkwijze wordt een mal verschaft, en worden ten minste twee te koppelen vormdelen in de mal geplaatst, waarbij ten minste een contactvlak tussen de vormdelen een thermisch activeerbaar koppelmiddel en een inductiegevoelige component omvat. Het koppelmiddel wordt geactiveerd door het middels een inductor verwarmen van de inductiegevoelige component. De inductor omvat een elektrische geleider die onder wisselspanning een ten minste in een lasrichting in hoofdzaak cilindrisch elektromagnetisch veld opwekt. De vormdelen worden in de door de mal bepaalde configuratie samengedrukt, waarbij de vormdelen door het thermisch geactiveerde koppelmiddel worden gekoppeld. De uitvinding betreft tevens een volgens de werkwijze verkregen samenstel van vormdelen, een inductor voor gebruik bij de werkwijze, een samenstel daarvan met een wisselstroomgenerator en een inrichting voor elektromagnetisch lassen.

NL C 2000615

De inhoud van dit octrooi komt overeen met de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

Octrooiencentrum Nederland is een agentschap van het ministerie van Economische Zaken.

Werkwijze en inrichting voor het elektromagnetisch lassen van vormdelen.

De uitvinding betreft een werkwijze voor elektromagnetisch lassen van vormdelen, een volgens deze werkwijze verkregen samenstel van vormdelen, een inductor voor gebruik
5 bij de werkwijze, een samenstel daarvan met een wisselstroomgenerator en een inrichting voor elektromagnetisch lassen.

Voor het creëren van een continue lasverbinding tussen vormdelen, in het bijzonder thermoplastische vormdelen, zijn reeds diverse lasmethodes beschikbaar. De
10 aanwezigheid van een elektrisch geleidende component en/of vezelversterking, hinderen deze methodes echter bij het maken van een lasverbinding. Bij gebruik van een weerstandsdraad kan bijvoorbeeld kortsluiting ontstaan tussen de weerstandsdraad en de elektrisch geleidende component. Deze weerstandsdraad wordt tijdens het lasproces versmolten tussen de thermoplastische vormdelen. Dit probleem kan opgelost worden
15 door de weerstandsdraad elektrisch te isoleren van de geleidende component in de thermoplast. Met deze oplossing wordt er echter, naast de weerstandsdraad, nog meer materiaal versmolten tussen de thermoplastische vormdelen, wat nadelig kan zijn voor de constructie. Bij vibratielassen kunnen de vezels door de beweging beschadigd raken. Ultrasoon lassen is minder geschikt voor continue lassen. Veel van de beschikbare
20 lasmethoden zijn bovendien niet geschikt voor het lassen van grote en continue lasverbindingen. In het bijzonder voor hoogwaardige toepassingen waarbij een grote mechanische sterkte en belastbaarheid van de lasverbinding gewenst is, in het bijzonder in de vliegtuigbouw, geven deze bekende lasmethoden producten van onvoldoende kwaliteit.

25 Het is een doel van de uitvinding een verbeterde methode voor het lassen van vormdelen mogelijk te maken.

De uitvinding verschaft daartoe een werkwijze voor het elektromagnetisch lassen van
30 vormdelen, omvattende de bewerkingsstappen: A) het verschaffen van een mal, B) het plaatsen van ten minste twee te koppelen vormdelen in de mal, waarbij ten minste een contactvlak tussen de vormdelen een thermisch activeerbaar koppelmiddel en een inductiegevoelige component omvat, C) het activeren van het koppelmiddel door het middels een inductor verwarmen van de inductiegevoelige component, waarbij de

inductor een elektrische geleider omvat welke onder wisselspanning een ten minste in een lasrichting in hoofdzaak cilindrisch elektromagnetisch veld opwekt ter hoogte van het contactvlak, D) het samendrukken van de vormdelen in de door de mal bepaalde configuratie, waarbij de vormdelen door het thermisch geactiveerde koppelmiddel
 5 worden gekoppeld. Deze werkwijze maakt het mogelijk om snel en eenvoudig een kwalitatief goede lasverbinding te realiseren tussen de vormdelen, waarbij het product een bijzonder goede mechanische belastbaarheid heeft.

Bij voorkeur zijn één of meerdere vormdelen vervaardigd uit een thermoplastisch materiaal dat door versmelting gelast kan worden, maar het is tevens denkbaar slechts
 10 op het contactvlak tussen de vormdelen als thermisch koppelmiddel een thermoplastisch materiaal of een thermisch activeerbare lijm aan te brengen.

Inductiegevoelige componenten bevatten doorgaans een elektrisch geleidende component zoals een metaal en/of koolstofvezel. Bij voorkeur zijn de mal en andere onderdelen in nabijheid van de inductor die niet verwarmd dienen te worden in
 15 hoofdzaak vrij van inductiegevoelige componenten, waarbij elektrisch isolerende maar thermisch geleidende componenten de voorkeur hebben, zoals keramisch materiaal, om tijdens het lassen warmte te onttrekken aan het contactoppervlak van het aanliggend vormdeel. Bij een dergelijke mal kan dan het elektromagnetische veld door de wand van de mal op de gewenste positie worden toegepast.

20 Bij de werkwijze worden de bij voorkeur thermoplastische vormdelen doorgaans voorzien van een elektrisch geleidende component, bijvoorbeeld metaalgaas, of wordt deze component tussen de vormdelen aangebracht. In de elektrisch geleidende component worden Foucaultstromen of wervelstromen geïnduceerd door een fluctuerend elektromagnetisch veld, dat is opgewekt door een inductor, die gevoed
 25 wordt met wisselstroom door een generator. Door het Joule-effect wekken deze Foucaultstromen de warmte op die nodig is om het thermoplastische materiaal te doen smelten en/of om het koppelmiddel te activeren. Door de inductor te bewegen langs het contactoppervlak worden de thermoplastische vormdelen over hun contactoppervlak met elkaar verbonden. De inductor kan bijvoorbeeld door middel van een robot arm of
 30 lineaire geleiding over het contactoppervlak worden geleid om de verbinding tot stand te brengen.

Het gebruik van een in hoofdzaak cilindrisch elektromagnetisch veld in de lasrichting maakt het mogelijk zeer gecontroleerd, gelijkmatig en gericht te verwarmen, zodat oververhitting zoveel mogelijk wordt voorkomen. Oververhitting kan leiden tot

degradatie van materiaal, en daardoor ongewenste verzwakkingen in de constructie veroorzaken. De meeste uit de stand van techniek bekende inductors maken gebruik van een inductor met meerdere windingen, welke een torusvormig elektromagnetisch veld oplevert. Door een dergelijke bekende inductor te gebruiken met als inductierichting de
 5 richting haaks op de inductor, ontstaat een verwarmingspatroon waarbij in het midden een relatief koude zone ontstaat. Het cilindrische elektromagnetische veld geeft daarentegen een veel gunstiger verwarmingsprofiel dat gelijkmatige verwarming mogelijk maakt. Bovendien is een cilindrisch elektromagnetisch veld zeer smal te maken tot een breedte van 10-20 mm. Bij torusvormige velden is een dergelijke breedte
 10 in combinatie met het benodigde warmte-inducerende vermogen en doordringing niet te realiseren.

Voor het verwarmen dient de inductiegevoelige component in thermisch contact te staan met het thermisch activeerbare koppelmiddel. Dit kan bijvoorbeeld door de inductiegevoelige component en het koppelmiddel te mengen.

15 Het samendrukken van de vormdelen kan met uit de stand van techniek bekende middelen gebeuren, zoals met pneumatische of hydraulische persen en rollers. Afhankelijk van de gebruikte materialen, in het bijzonder de inductiegevoelige component en de afstand van de inductor tot die component, kan een geschikt vermogen en frequentie worden bepaald. De frequentie bepaalt onder andere het doordringend
 20 vermogen van het elektromagnetische veld; het elektrische vermogen van de inductor bepaalt de sterkte van het fluctuerende elektromagnetische veld en daarmee de mate van warmte die in de inductiegevoelige component wordt opgewekt.

Het is voordelig indien het thermisch activeerbare koppelmiddel een thermoplastische
 25 kunststof omvat. Thermoplastische kunststoffen zijn eenvoudig door versmelting te koppelen. Bovendien is het eenvoudig een thermoplastische kunststof te mengen met een inductiegevoelige component zoals metaalgaas of koolstofvezels. Voorbeelden van bijzonder geschikte thermoplastische kunststoffen zijn polypropreen, polyamide, polyetherimide, polyetheretherketon en polyfenyleensulfide, hoewel de werkwijze in
 30 beginsel geschikt is voor elke thermoplast.

Bij voorkeur bevat de door inductie verwarmbare component koolstofvezels en/of een metaal. Deze materialen zijn eenvoudig door inductie te verwarmen en hebben naast elektrische geleiding tevens een goede thermische geleiding waardoor de opgewekte

warmte goed verspreid wordt. Koolstofvezels verwerkt in een thermoplastische kunststof hebben de voorkeur, omdat de koolstofvezels tevens de materiaalsterkte verbeteren.

- 5 In een voorkeursuitvoering wordt tijdens stap C) de inductor ten opzichte van het contactvlak bewogen volgens een pad dusdanig dat in een vooraf bepaald deel van het contactvlak het koppelmiddel wordt geactiveerd. Door het cilindrische elektromagnetische veld langs het pad te bewegen wordt een zeer precies bepaalde verbinding op het contactvlak gerealiseerd.

10

Bij voorkeur bevindt de inductor zich buiten de mal, waarbij het elektromagnetische veld van de inductor door een wand van de mal het contactoppervlak tussen de vormdelen bereikt. Doordat de inductor niet in contact met de mal of de vormdelen komt wordt de kans op mechanische beschadigingen geminimaliseerd, hetgeen in het
15 bijzonder van belang is voor hoogwaardige toepassingen zoals luchtvaart.

- Bij voorkeur is de wand van de mal ter hoogte van het contactvlak voorzien van een uitsparing, met ander woorden boven de laspositie. Een dergelijke uitsparing maakt het mogelijk de inductor dicht bij het contactoppervlak te brengen waardoor met grotere
20 precisie kan worden verwarmd, en waardoor tevens een minder groot vermogen nodig is.

- Een verdere voorkeursuitvoeringsvorm van de werkwijze volgens de uitvinding heeft het kenmerk dat de elektrisch geleidende component elektrisch wordt verbonden met
25 een elektrisch geleidend verlengstuk, dat zich bij voorkeur buiten het oppervlak van het samenstel uitstrekt. Een dergelijk verlengstuk kan in beginsel uit elk elektrisch geleidend materiaal zijn vervaardigd, doch wordt bij voorkeur vervaardigd uit metaal, uit koolstof, of omvat een regelbare weerstand. De in het contactvlak geïnduceerde Foucaultstromen of wervelstromen worden begrensd door de geometrie van de
30 vormdelen. Randen, hoeken en gaten in de vormdelen beïnvloeden de verdeling van Foucaultstromen en beïnvloeden dus ook de ontwikkelde warmte. Dergelijke verstoringen van het veld kunnen leiden tot verhitte van onderdelen, die niet warm hoeven te worden voor het lasproces. Ook is het mogelijk dat bepaalde delen juist moeilijk warm te krijgen zijn. Door op bepaalde plaatsen van de thermoplastische

vormdelen de grenzen van het gebied waar Foucaultstromen kunnen gaan optreden te verleggen kunnen deze problemen worden opgelost. Met deze voorkeursvariant kunnen voorheen moeilijk verwarmbare delen toch worden verwarmd en kunnen hoge temperaturen op ongewenste plaatsen voorkomen worden.

5

De uitvinding verschaft tevens een samenstel van ten minste twee door elektromagnetisch lassen verbonden vormdelen verkrijgbaar middels de werkwijze volgens één der voorgaande conclusies. Een dergelijk samenstel heeft een bijzonder goede, regelmatige las op het contactoppervlak tussen de vormdelen met een hoge mechanische belastbaarheid. Door toepassen van de werkwijze volgens de uitvinding is het smeltbad bij voorkeur ovaal in de doorsnede van het contactoppervlak en bovendien in hoofdzaak continu en gelijkmatig over nagenoeg de gehele laslengte. Het moge duidelijk zijn dat een samenstel waarbij de omtrek van het lasbad in een dwarsdoorsnede ter hoogte van het contactoppervlak kleine afwijkingen van de ovale vorm vertoont eveneens deel uitmaakt van de uitvinding. Met in hoofdzaak continu wordt bedoeld dat de las in de lengterichting ervan niet noemenswaardig wordt onderbroken.

De uitvinding verschaft tevens een inductor, kennelijk geschikt voor gebruik in een werkwijze volgens één der conclusies, omvattende een inductiedeel dat in hoofdzaak is vervaardigd uit een elektrisch geleidend materiaal en een inductiesegment voorzien van ten minste één elektrische geleidende toevoergeleider, waarbij ten minste een inductiesegment van de inductor is ingericht voor het opwekken van een ten minste in een lasrichting in hoofdzaak cilindrisch elektromagnetisch veld. Het inductiesegment is daartoe bij voorkeur lineair uitgevoerd waarbij de doorsnede van het elektromagnetisch veld wordt beïnvloedt door de doorsnede van dit inductiesegment. Met een dergelijke inductor kan eenvoudig en precies een vooraf bepaalde positie gelijkmatig en gecontroleerd verwarmd worden. Het elektrisch geleidend materiaal is bij voorkeur een metaal zoals koper.

Voor toepassing in de werkwijze volgens de uitvinding wordt de inductor verbonden met een wisselstroomgenerator, waarbij de wisselstroomgenerator elektrisch is verbonden met de elektrische aansluitmiddelen van de inductor. Bruikbare frequenties liggen doorgaans tussen 0.1-10 MHz. Bij voorkeur wordt een frequentie tussen 0.1 en 0.5 MHz gebruikt, en meer bij voorkeur een frequentie tussen 0.15 en 0.4 MHz. Bij een

dergelijke voorkeursfrequentie wordt een optimale balans tussen doordringend vermogen van het elektromagnetische veld en verwarmingssnelheid bereikt.

5 Bij voorkeur is het inductiesegment in hoofdzaak lineair. Met een dergelijk inductiesegment kan op eenvoudige wijze een cilindrisch elektromagnetisch veld gerealiseerd worden. De elektrische toevoergeleiders kunnen desgewenst gekromd zijn.

10 In een voorkeursuitvoering heeft het inductiesegment een in hoofdzaak cirkelvormige doorsnede. Een cirkelvormige doorsnede geeft op eenvoudige wijze een cirkelvormig elektromagnetisch veld ter plaatse van de doorsnede. Door andere vormgeving van de doorsnede, bijvoorbeeld driehoekig, kan de vorm van het elektromagnetische veld ter plaatse van de doorsnede worden beïnvloedt.

15 Bij voorkeur heeft de inductor geen windingen. Een dergelijke inductor is zeer compact uit te voeren en daardoor geschikt voor zeer precies bepaalde inductie.

20 Het is voordelig indien de inductor in hoofdzaak vlak is. Dit kan bijvoorbeeld door de windingloze inductor uit te voeren als een in een vlak gelegen elektrische geleider. Een dergelijke platte inductor is bijzonder compact en geschikt om zeer precies en gelijkmatig een elektromagnetisch veld op een bepaalde positie uit te oefenen.

25 Het is voordelig indien de toevoergeleider een groter oppervlak in de doorsnede heeft dan het inductiesegment. Hierdoor is een door wisselspanning opgewekt elektromagnetisch veld sterker ter plaatse van het inductiesegment dan in de toevoergeleider, waardoor de verwarming door inductie zeer precies kan worden gericht.

30 In een voorkeursuitvoering is het inductiedeel voorzien van ten minste één doorvoerkanaal, ingericht voor het doorvoeren van een koelmedium. Hierdoor kan de temperatuur van het inductiedeel tijdens gebruik constant worden gehouden, hetgeen tevens gunstig is voor de elektrische weerstand van de inductor. Het koelmedium is bij voorkeur een vloeistof zoals water, met een hoge warmtecapaciteit. Het inductiedeel kan bijvoorbeeld een in de gewenste vorm gebogen metalen buis zijn waardoor het

koelmedium gepompt wordt terwijl door het metaal van de buis zelf met een wisselspanning een elektromagnetisch veld wordt veroorzaakt.

De uitvinding verschaft tevens een inrichting voor het elektromagnetisch lassen van vormdelen, omvattende een mal voor opname van ten minste twee vormdelen, dusdanig dat een contactvlak tussen de vormdelen ontstaat, een inductor ingericht voor het opwekken van een in hoofdzaak cilindrisch elektromagnetisch veld ter plaatse van het contactvlak, een wisselstroomgenerator verbonden met de inductor, en drukmiddelen voor het samendrukken van de vormdelen in de door de mal bepaalde configuratie. In een dergelijke inrichting kan de werkwijze volgens de uitvinding voordelig worden uitgevoerd.

De uitvinding zal nu worden toegelicht aan de hand van de volgende figuren, zonder hiertoe overigens te worden beperkt. In de figuren tonen:

- 15 Figuren 1 a en 1b het verschil tussen elektromagnetisch lassen met een torusvormig veld en een cilindrisch veld;
- Figuren 2a and 2b een inductor volgens de uitvinding;
- Figuur 3 een lasinrichting voorzien van een inductor volgens de uitvinding;
- 20 Figuur 4 twee vormdelen die door de werkwijze volgens de uitvinding worden gekoppeld; en
- Figuur 5 een mal die bij het elektromagnetisch lassen volgens de uitvinding kan worden gebruikt.
- 25 Figuur 1a toont een dwarsdoorsnede van een inductor 1 met meerdere windingen, die een torusvormig elektromagnetisch veld 2 veroorzaakt door het voeren van een wisselspanning van een voor elektromagnetisch lassen geschikte frequentie bij een geschikt vermogen. In dit elektromagnetische veld 2 worden een eerste vormdeel 3 en een tweede vormdeel 4 met elkaar in contact gebracht. De vormdelen zijn vervaardigd uit een thermoplastische kunststof versterkt met koolstofvezels. Onder invloed van het elektromagnetisch veld 2 ontstaat in de koolstofvezels plaatselijk warmte, waardoor de thermoplastische kunststof boven het smeltpunt wordt verwarmd. Door aandrukken met niet-getoonde aandrukmiddelen is het mogelijk de aldus thermisch geactiveerde thermoplastische vormdelen 3, 4 op het contactoppervlak 5 te koppelen, waarbij na
- 30

afkoelen van de vormdelen 3, 4 de koppeling op het contactvlak 5 permanent wordt. In de figuur is verder het temperatuurdiagram bij verwarming te zien op het contactvlak, waarin de relatieve temperatuur T is uitgezet tegen de plaats op het contactoppervlak 5. Het temperatuurdiagram laat zien dat het torusvormige veld 2 op het contactvlak 5 een onregelmatige verwarming veroorzaakt, waarbij in het midden van het contactvlak 5 in de lasrichting A haaks op de windingen van de inductor een relatief koude zone 6 ontstaat. Door deze relatief koude zone is een gelijkmatige verwarming onmogelijk, hetgeen in het gekoppelde samenstel tussen de vormdelen resulteert in een relatief hoog aantal onregelmatigheden die een verminderde mechanische belastbaarheid impliceren.

De onregelmatigheden kunnen bijvoorbeeld door plaatselijke oververhitting thermisch gedegradeerde delen van de vormdelen omvatten en plaatselijk onvolledige onderlinge hechting van de vormdelen.

Figuur 2 toont elektromagnetisch lassen volgens de uitvinding. In een dwarsdoorsnede wordt getoond hoe een lineair deel van een windingloze inductor 10 een in hoofdzaak cilindrisch elektromagnetisch veld 11 veroorzaakt onder invloed van wisselspanning. Een eerste vormdeel 12 en een tweede vormdeel 13 uit een materiaal vergelijkbaar met de delen 3,4 uit figuur 1a worden onder invloed van dit veld en eventuele aandrukmiddelen elektromagnetisch aan elkaar gelast op een contactoppervlak 14. Het lineaire deel van de windingloze inductor 10 is hierbij evenwijdig aan het contactoppervlak 14 georiënteerd. In het bijbehorende temperatuurdiagram is te zien dat de koude zone 5 van het torusvormige veld 2 in fig. 1a bij gebruik van een cilindrisch elektromagnetisch veld afwezig is, waardoor een veel gelijkmatigere verwarming over het contactoppervlak 14 mogelijk is. In het verkregen product zijn de twee vormdelen 12, 14 middels het contactvlak 14 onderling gekoppeld, waarbij significant minder onregelmatigheden voorkomen dan bij onder vergelijkbare omstandigheden verkregen koppeling met een torusvormig veld. Dit heeft als resultaat dat het onder invloed van het cilindrische elektromagnetische veld verkregen product een betere mechanische belastbaarheid heeft dan het met een torusvormige elektromagnetische veld verkregen product. Bovendien kan het elektromagnetisch veld 11 zeer precies gericht worden in de aangegeven richting A.

Figuren 2a and 2b tonen een inductor 20 volgens de uitvinding. De inductor 20 is vervaardigd uit koper, dat een goede elektrische en thermische geleider is. De

toevoergeleiders 21 kunnen worden aangesloten op een wisselstroomgenerator. De
 toevoergeleiders 21 sluiten aan op een lineair inductiesegment 22. Het inductiesegment
 22 heeft een cirkelvormige diameter, waardoor bij het aanleggen van een
 wisselspanning een elektromagnetisch veld 23 wordt opgewekt met een ten minste in
 5 de inductierichting A cilindrisch profiel (fig. 2b). Aan de binnenzijde is inductor 20 hol,
 waardoor een doorvoerkanaal 24 wordt gevormd voor een koelmedium zoals water dat
 tijdens gebruik kan worden doorgeleid. Het oppervlak van de doorsnede van
 aanvoerleidingen 21 is groter dan die van het inductiesegment, waardoor het
 cilindrische elektromagnetische veld 23 geconcentreerder is en op korte afstand een
 10 grotere sterkte heeft dan het niet-cilindrische elektromagnetisch veld (niet afgebeeld)
 dat rond andere delen van de inductor 20 ontstaat. Hierdoor is het mogelijk het
 vermogen van het elektromagnetisch veld 23 zeer precies te positioneren op een
 elektromagnetisch te lassen positie van bijvoorbeeld twee aanliggende vormdelen. De
 inductor 20 omvat een windingloze inductor, die in een vlak is gelegen, waardoor de
 15 inductor bijzonder compact is.

Figuur 3 toont een lasinrichting 30 voorzien van een inductor 31, vergelijkbaar met de
 inductor 20 uit figuur 2a en 2b volgens de uitvinding. Door middel van een industriële
 zesassige robot 32 kan de inductor 31 langs een vooraf geprogrammeerd pad worden
 20 gelcid om een gewenste las te bereiken. In dit geval worden te lassen vormdelen
 (afgebeeld in fig. 4)) gefixeerd en samengeperst in een daarvoor vervaardigde mal 33.
 De mal 33 is voorzien van een uitsparing 34 waardoor de inductor nabij de te lassen
 vormdelen (fig. 4) kan worden bewogen. De mal 33 is in meer detail te zien in figuur 5.
 Voor het opwekken van het elektromagnetische veld is de inductor verbonden met een
 25 op de robot 32 aangebrachte wisselstroomgenerator 35.

Figuur 4 toont twee vormdelen 40, 41 die door de werkwijze volgens de uitvinding
 worden gekoppeld. Beide vormdelen 40, 41 zijn vervaardigd uit een thermoplastische
 kunststof verstevigd met koolstofvezels, waarbij de koolstofvezels tevens dienen als
 30 inductiegevoelige component voor het verwarmen van de thermoplastische kunststof
 voor het lassen. Het eerste vormdeel 40 is een vlak deel, het tweede vormdeel 41 heeft
 een omgevouwen rand 42 die het beoogde contactoppervlak vormt voor koppeling
 tussen de vormdelen. De inductor 43, vergelijkbaar met die uit de voorgaande figuren
 1b, 2a, 2b en 3, verwarmt met behulp van een cilindrisch elektromagnetisch veld de

vormdelen 40, 41 in samengebrachte toestand tot een temperatuur die hoog genoeg is om de thermoplastische kunststof (of eventueel een thermisch activeerbare lijm aangebracht op het contactoppervlak 42, 42') thermisch te activeren. De inductor wordt hierbij in de richting B van de lengteas van het cilindrische elektromagnetische veld
5 zonder fysiek contact te maken over het contactoppervlak bewogen. Tijdens het verwarmen en/of eventueel korte tijd daarna, kunnen de thermisch geactiveerde oppervlakken door niet-afgebeelde drukmiddelen worden samengedrukt om zo een verbinding tussen de vormdelen (40, 41) tot stand te brengen. Deze verbinding heeft een bijzonder hoge mechanische belastbaarheid. De vormdelen kunnen bijvoorbeeld uit
10 koolstofvezelversterkt polyfenyleensulfide bestaan, met bijvoorbeeld een materiaaldikte van 1-3 mm. Met behulp van de werkwijze volgens de uitvinding zijn afschuifsterkten hoger dan 30 MPa eenvoudig realiseerbaar. Door gebruik te maken van het cilindrische elektromagnetische veld volgens de uitvinding kan de breedte van de gerealiseerde las bijzonder klein zijn, bijvoorbeeld 10 mm.

15

Figuur 5 toont een mal 50 die bij het elektromagnetisch lassen volgens de uitvinding kan worden gebruikt. De mal 50 omvat enkele elektrisch niet-geleidende delen (51, 52) waartussen de vormdelen uit bijvoorbeeld figuur 4 samengeperst kunnen worden. Op de plaats van het beoogde contactoppervlak dat wordt gekoppeld is een niet-elektrische
20 geleidende, maar wel thermisch geleidend materiaaldeel 53 aangebracht, zoals een keramisch materiaal, dat dient om tijdens het aanbrengen van een elektromagnetisch veld de opgewekte warmte van de maldelen te verdelen en af te voeren, en tevens vervormingen van het thermoplastische materiaal te voorkomen. In de mal 50 is een uitsparing 54 aangebracht, waardoor de inductor zo dicht mogelijk (0.5-2 cm van de
25 laszone) in de buurt van het contactoppervlak tussen de vormdelen kan worden gebracht zonder hiermee in contact te komen. Voor mechanische versteviging en om warmte af te voeren uit de mal, is de mal aan de buitenzijde voorzien van een metalen buitenlaag 54. De delen in nabijheid van de inductor zijn bij voorkeur uit niet-elektrisch geleidende materialen zoals hout of kunststof vervaardigd.

30

Conclusies

1. Werkwijze voor het elektromagnetisch lassen van vormdelen, omvattende de bewerkingsstappen:
 - 5 A) het verschaffen van een mal,
 - B) het plaatsen van ten minste twee te koppelen vormdelen in de mal, waarbij ten minste een contactvlak tussen de vormdelen een thermisch activeerbaar koppelmiddel en een inductiegevoelige component omvat,
 - C) het activeren van het koppelmiddel door het middels een inductor verwarmen van de
 - 10 inductiegevoelige component, waarbij de inductor een elektrische geleider omvat welke onder wisselspanning een ten minste in een lasrichting in hoofdzaak cilindrisch elektromagnetisch veld opwekt, D) het samendrukken van de vormdelen in de door de mal bepaalde configuratie, waarbij de vormdelen door het thermisch geactiveerde koppelmiddel worden gekoppeld.
 - 15
2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het thermisch activeerbare koppelmiddel een thermoplastische kunststof omvat.
3. Werkwijze volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat de door inductie
 - 20 verwarmbare component koolstofvezels en/of een metaal omvat.
4. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat tijdens stap C) de inductor ten opzichte van het contactvlak wordt bewogen volgens een pad dusdanig dat in een vooraf bepaald deel van het contactvlak het koppelmiddel wordt
 - 25 geactiveerd.
5. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de inductor zich buiten de mal bevindt, waarbij het elektromagnetische veld van de inductor door een wand van de mal het contactoppervlak tussen de vormdelen bereikt.
 - 30
6. Werkwijze volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat de wand van de mal op de positie van het contactvlak is voorzien van een uitsparing op de positie van het contactoppervlak.

7. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de inductiegevoelige component elektrisch is verbonden met een zich tot op afstand van de vormdelen uitstrekkende warmteafvoer.
- 5 8. Samenstel van ten minste twee door elektromagnetisch lassen verbonden vormdelen verkrijgbaar middels de werkwijze volgens één der voorgaande conclusies.
9. Samenstel van ten minste twee door elektromagnetisch lassen verbonden vormdelen waarbij het smeltbad ovaal is in de doorsnede van het contactoppervlak en
- 10 verder in hoofdzaak continu en gelijkmatig verloopt over nagenoeg de gehele laslengte.
10. Inductor, kennelijk geschikt voor gebruik in een werkwijze volgens één der conclusies, omvattende een inductiedeel dat in hoofdzaak is vervaardigd uit een elektrisch geleidend materiaal en een inductiesegment voorzien van ten minste één
- 15 elektrische geleidende toevoergeleider, waarbij ten minste een inductiesegment van de inductor is ingericht voor het opwekken van een ten minste in een lasrichting in hoofdzaak cilindrisch elektromagnetisch veld.
11. Inductor volgens conclusie 10, met het kenmerk, dat het inductiedeel een
- 20 windingloze inductor is.
12. Inductor volgens conclusie 10 of 11, met het kenmerk, dat het inductiedeel in hoofdzaak vlak is.
- 25 13. Inductor volgens één der voorgaande conclusies 10-12, met het kenmerk, dat het inductiesegment een in hoofdzaak cirkelvormige doorsnede heeft.
14. Inductor volgens één der voorgaande conclusies 10-13, met het kenmerk, dat het inductiesegment in hoofdzaak lineair is.
- 30 15. Inductor volgens één der voorgaande conclusies 10-14, met het kenmerk, dat het inductiesegment is verbonden met de elektrische aansluitmiddelen middels ten minste één toevoergeleider, waarbij de toevoergeleider een groter oppervlak per lengte-eenheid heeft dan het inductiesegment.

16. Inductor volgens één der voorgaande conclusies 10-15, met het kenmerk, dat het inductiedeel is voorzien van ten minste één doorvoerkanaal, ingericht voor het doorvoeren van een koelmedium.

5

17. Samenstel van een inductor volgens één der voorgaande conclusies 10-16 en een wisselstroomgenerator, waarbij de wisselstroomgenerator is verbonden met de elektrische aansluitmiddelen van de inductor.

- 10 18. Inrichting voor het elektromagnetisch lassen van vormdelen, omvattende
- een mal voor opname van ten minste twee vormdelen, dusdanig dat een contactvlak tussen de vormdelen ontstaat,
 - een inductor ingericht voor het opwekken van een in hoofdzaak cilindrisch elektromagnetisch veld ter plaatse van het contactvlak,
 - 15 - een wisselstroomgenerator verbonden met de inductor, en
 - drukmiddelen voor het samendrukken van de vormdelen in de door de mal bepaalde configuratie.

20

1/3

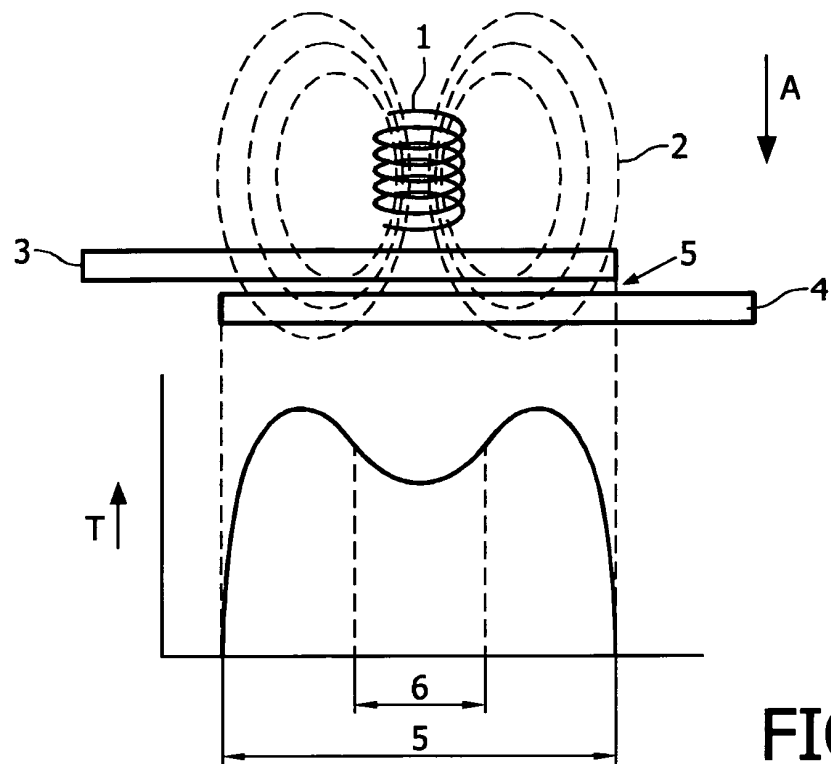


FIG. 1a

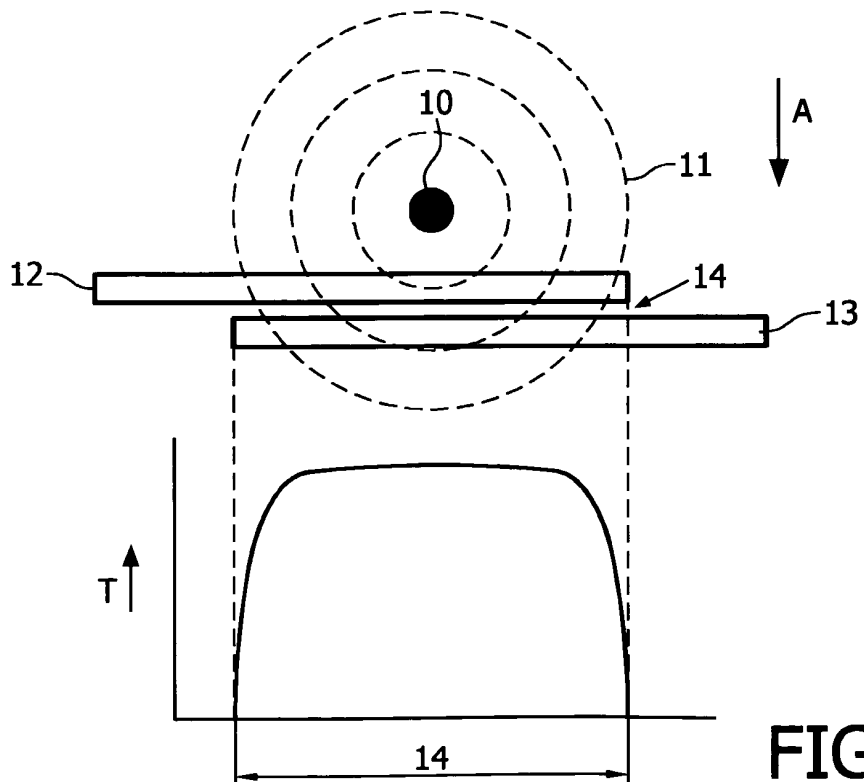
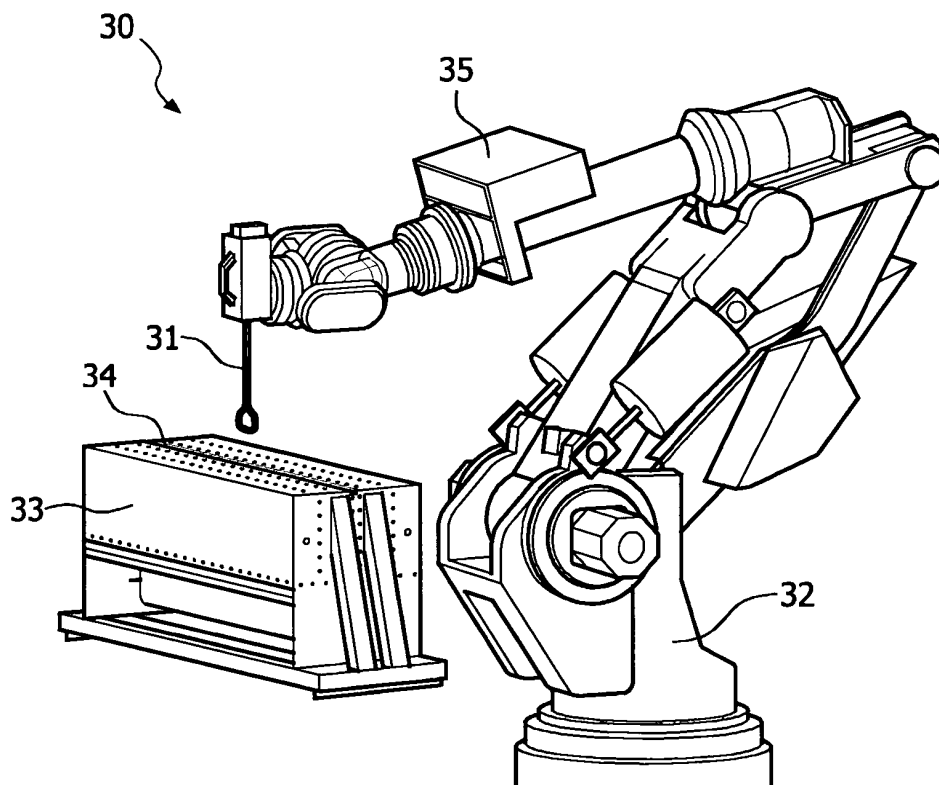
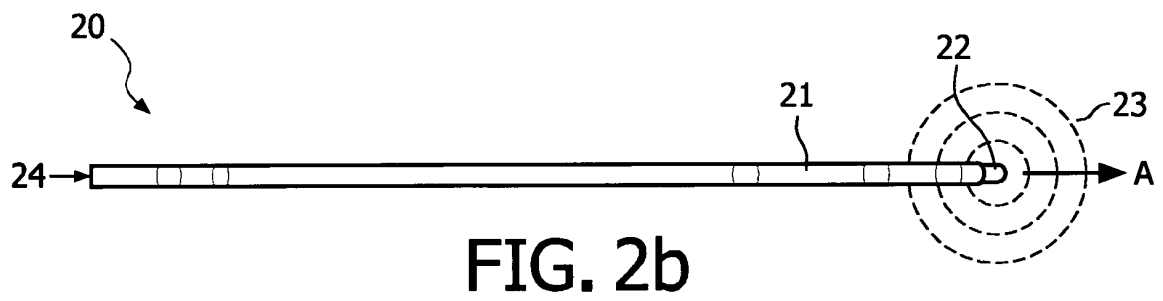
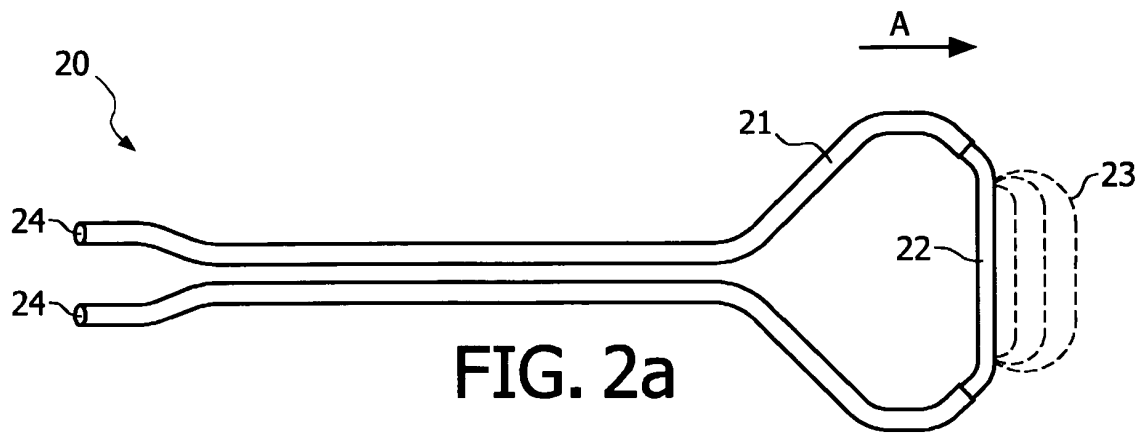


FIG. 1b



3/3

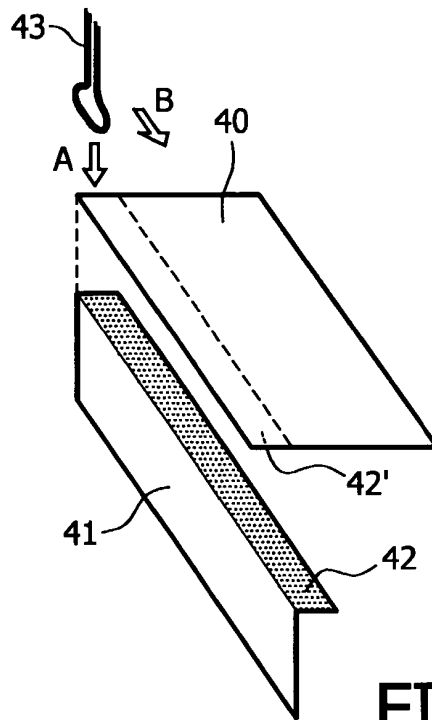


FIG. 4

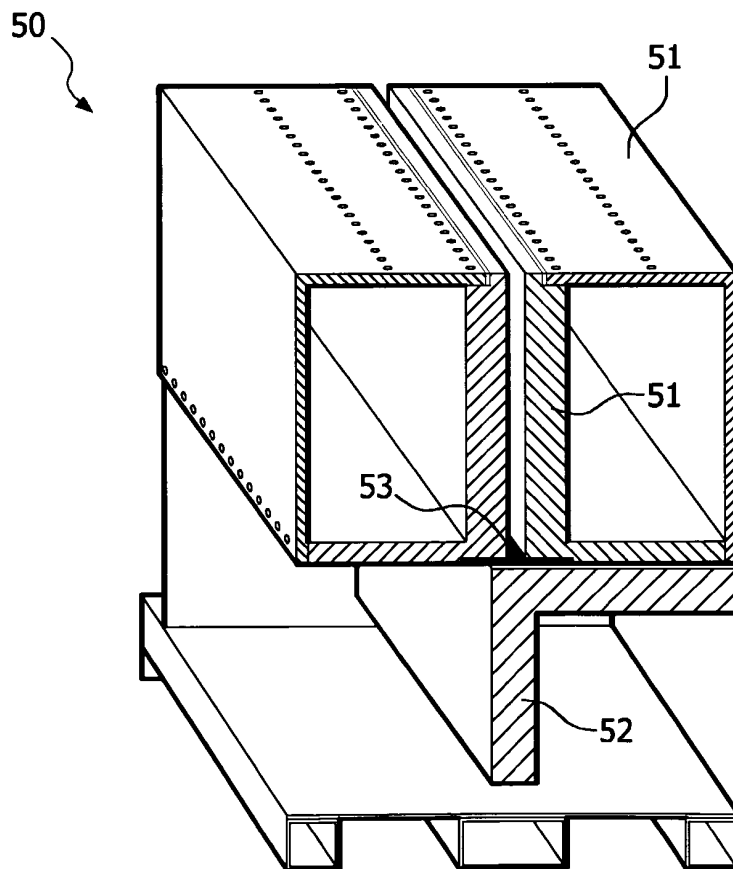


FIG. 5

SAMENWERKINGSVERDRAG (PCT)

RAPPORT BETREFFENDE NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN INTERNATIONAAL TYPE

IDENTIFICATIE VAN DE NATIONALE AANVRAGE	KENMERK VAN DE AANVRAGER OF VAN DE GEMACHTIGDE 1.509.002 NL
Nederlands aanvraag nr. 2000615	Indieningsdatum 26-04-2007
	Ingeroepen voorrangsdatum
Aanvrager (Naam) Kok & Van Engelen Composite Structures B.V.	
Datum van het verzoek voor een onderzoek van internationaal type 30-08-2007	Door de Instantie voor Internationaal Onderzoek aan het verzoek voor een onderzoek van internationaal type toegekend nr. SN 49002
I. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP (bij toepassing van verschillende classificaties, alle classificatiesymbolen opgeven)	
Volgens de internationale classificatie (IPC) B29C65/36 H05B3/38	
II. ONDERZOCHETE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK	
Onderzochte minimumdocumentatie	
Classificatiesysteem	Classificatiesymbolen
IPC8	B29C H05B
Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen	
III. ☐	GEEN ONDERZOEK MOGELIJK VOOR BEPAALDE CONCLUSIES (opmerkingen op aanvullingsblad)
IV. ☐	GEBREK AAN EENHEID VAN UITVINDING (opmerkingen op aanvullingsblad)

**ONDERZOEKSRAPPORT BETREFFENDE HET
RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK NAAR DE STAND
VAN DE TECHNIEK VAN HET INTERNATIONALE TYPE**

Nummer van het verzoek om een onderzoek naar
de stand van de techniek
NL 2000615

A. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP
INV. B29C65/36 H05B3/38

Volgens de Internationale Classificatie van octrooien (IPC) of zowel volgens de nationale classificatie als volgens de IPC.

B. ONDERZOCHE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK

Onderzochte minimum documentatie (classificatie gevolgd door classificatiesymbolen)
B29C H05B

Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor dergelijke documenten, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen

Tijdens het onderzoek geraadpleegde elektronische gegevensbestanden (naam van de gegevensbestanden en, waar uitvoerbaar, gebruikte trefwoorden)
EPO-Internal

C. VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN

Categorie °	Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie nr.
X	US 6 023 054 A (JOHNSON JR ROBERT HARLAN [US]) 8 februari 2000 (2000-02-08)	1-3, 5, 7-18
Y	kolom 30, regels 46, 47 kolom 29, regel 14 - kolom 30, regel 3 figuren 7, 8	4, 6
Y	----- WO 96/20823 A (BOEING CO [US]) 11 juli 1996 (1996-07-11) conclusie 1 figuren 1, 3 -----	4, 6

☐ Verdere documenten worden vermeld in het vervolg van vak C.

☒ Leden van dezelfde octroofamilie zijn vermeld in een bijlage

* Speciale categorieën van aangehaalde documenten

A niet tot de categorie X of Y behorende literatuur die de stand van de techniek beschrijft

D in de octrooiaanvraag vermeld

E eerdere octrooi(aanvraag), gepubliceerd op of na de indieningsdatum, waarin dezelfde uitvinding wordt beschreven

L om andere redenen vermelde literatuur

O niet-schriftelijke stand van de techniek

P tussen de voorrangsdatum en de indieningsdatum gepubliceerde literatuur

T na de indieningsdatum of de voorrangsdatum gepubliceerde literatuur die niet bezwarend is voor de octrooiaanvraag, maar wordt vermeld ter verheldering van de theorie of het principe dat ten grondslag ligt aan de uitvinding

X de conclusie wordt als niet nieuw of niet inventief beschouwd ten opzichte van deze literatuur

Y de conclusie wordt als niet inventief beschouwd ten opzichte van de combinatie van deze literatuur met andere geciteerde literatuur van dezelfde categorie, waarbij de combinatie voor de vakman voor de hand liggend wordt geacht

Z lid van dezelfde octroofamilie of overeenkomstige octrooipublicatie

Datum waarop het onderzoek naar de stand van de techniek van internationaal type werd voltooid

6 Februari 2008

Verzenddatum van het rapport van het onderzoek naar de stand van de techniek van internationaal type

Naam en adres van de instantie

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

De bevoegde ambtenaar

Cordenier, Jozef

**ONDERZOEKSRAPPORT BETREFFENDE HET
RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK NAAR DE STAND
VAN DE TECHNIEK VAN HET INTERNATIONALE TYPE**

Informatie over leden van dezelfde octrooifamilie

Nummer van het verzoek om een onderzoek naar
de stand van de techniek

NL 2000615

In het rapport genoemd octrooigescrift	Datum van publicatie	Overeenkomend(e) geschrift(en)	Datum van publicatie
US 6023054	A	08-02-2000	US 6137093 A 24-10-2000
WO 9620823	A	11-07-1996	AU 4248796 A 24-07-1996
		EP 0800448 A1	15-10-1997



OCTROOICENTRUM NEDERLAND

WRITTEN OPINION

File No. SN49002	Filing date (day/month/year) 26.04.2007	Priority date (day/month/year)	Application No. NL2000615
International Patent Classification (IPC) INV. B29C65/36 H05B3/38			
Applicant Kok & Van Engelen Composite Structures B.V. te Den			

This opinion contains indications relating to the following items:

- ☒ Box No. I Basis of the opinion
- ☐ Box No. II Priority
- ☐ Box No. III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- ☐ Box No. IV Lack of unity of invention
- ☒ Box No. V Reasoned statement with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- ☐ Box No. VI Certain documents cited
- ☐ Box No. VII Certain defects in the application
- ☐ Box No. VIII Certain observations on the application

	Examiner Van Wallene, Allard
--	---------------------------------

WRITTEN OPINION

Application number

NL2000615

Box No. I Basis of this opinion

1. This opinion has been established on the basis of the latest set of claims filed before the start of the search.
2. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the application and necessary to the claimed invention, this opinion has been established on the basis of:
 - a. type of material:
 - ☐ a sequence listing
 - ☐ table(s) related to the sequence listing
 - b. format of material:
 - ☐ on paper
 - ☐ in electronic form
 - c. time of filing/furnishing:
 - ☐ contained in the application as filed.
 - ☐ filed together with the application in electronic form.
 - ☐ furnished subsequently for the purposes of search.
3. ☐ In addition, in the case that more than one version or copy of a sequence listing and/or table relating thereto has been filed or furnished, the required statements that the information in the subsequent or additional copies is identical to that in the application as filed or does not go beyond the application as filed, as appropriate, were furnished.
4. Additional comments:

Box No. V Reasoned statement with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty	Yes: Claims	4,6
	No: Claims	1-3,5,7-18
Inventive step	Yes: Claims	
	No: Claims	1-18
Industrial applicability	Yes: Claims	1-18
	No: Claims	

2. Citations and explanations

see separate sheet

Re Item V

**Reasoned statement with regard to novelty, inventive step or industrial applicability;
citations and explanations supporting such statement**

Reference is made to the following documents:

D1: US-A-6023054
D2: WO-A-9620823

1. The present application does not meet the criteria of patentability, because the subject-matter of claims 1, 8, 9, 10 and 18 is not new.

The document D1 discloses (the references in parentheses applying to this document):

Werkwijze voor het elektromagnetisch lassen van vormdelen, omvattende de bewerkingsschappen:

A) het verschaffen van een mal (25,26)

B) het plaatsen van ten minste twee te koppelen vormdelen (30) in de mal, waarbij ten minste een contactvlak tussen de vormdelen een thermisch activeerbaar koppelmiddel (29) en een inductiegevoelige component (31) omvat,

C) het activeren van het koppelmiddel (29) door het middels een inductor (20) verwarmen van de inductiegevoelige component, waarbij de inductor een elektrische geleider (21) omvat welke onder wisselspanning (col. 30, line s 46, 47) een ten minste in een lasrichting in hoofdzaak cilindrisch elektromagnetisch veld opwekt (figure 7),

D) het samendrukken van de vormdelen in de door de mal bepaalde configuratie, waarbij de vormdelen door het thermisch geactiveerde koppelmiddel worden gekoppeld (col. 29, line 14 to col. 30, line 3).

2. As a consequence of the above argumentation, document D1 also discloses the features of claims 8 (samenstel), 10 (inductor) and 18 (inrichting).
3. It is noted that some features of product claim 1 relate to properties occurring *during* the welding method, and do not result in any special technical product features. All

the features related to the weld pool (smelt bad) relate to this method and should therefore be disregarded for the structural features of the final welded product. As a consequence, document D1 also shows the features of claim 9.

4. Document D1 also discloses the features of the dependent claims 2, 3, 5, 7 and 11-17. Reference is made to the search report for further details.
5. Movement of the welding inductor to impart a continuous welding process is common knowledge in the art of thermoplastic welding. Such a process is for instance shown in claim 1 of document D2. The skilled man would therefore apply the technique of continuous welding to the teachings of document D1 without the exercise of inventive skill, in order to improve welding productivity or to weld items of length substantially larger than the heat affected area of a welding coil. Claim 4 does therefore not involve an inventive step.
6. The use of a recess in a mould is also known from the prior art in order to move the inductor closer to the materials to be welded. Also here reference is made to document D2 which shows a mould (58) and a channel in between mould elements 58 which can be considered a recess. Claim 6 does therefore not involve an inventive step either.